WIADOMOŚCI TECHNICZNE UZBROJENIA

ROK SIÓDMY. ZESZYT Nr. 27.

WARSZAWA — STYCZEŃ 1935 R.

WIADOMOŚCI TECHNICZNE UZBROJENIA

Dodatek kwartalny do zeszytu 1-go
„Przeglądu Artyleryjskiego"

ROK SIÓDMY. ZESZYT Nr. 27.
WARSZAWA — STYCZEŃ 1935 R.

TREŚĆ ZESZYTU:

Autorzy artykułów, zamieszczonych w „Wiadomościach Technicznych Uzbrojenia“, są odpowiedzialni za poglądy w nich wyrażone.

Kpt. inż. HANKA WACŁAW.

STRZELANIE PRZEZ ŚMIGŁO SAMOLOTU.

(Przyrząd uzgadniający f. „Motolux")

Wstęp.

Karabin maszynowy pilota jest wbudowany do samolotu w pozycji unieruchomionej w kierunku równoległym do osi samolotu.

Używa go pilot, strzelając przez obracające się śmigło; wobec tego strzały jego muszą być odpowiednio sterowane, gdyż w przeciwnym razie zachodziłaby możliwość przestrzelenia lub zerwania śmigła.

Do sterowania strzałów służy przyrząd uzgadniający (synchronizator), który łączy karabin maszynowy pilota z silnikiem w tem sposób, że strzał następuje podczas obrotu śmigła tylko w pewnem, określonem jego położeniu.

W obecnej dobie, kiedy ilość obrotów śmigła dochodzi do 2200 na minutę, kiedy w konstrukcji samolotów każdy kilogram ciężaru jest brany pod uwagę i wolna przestrzeń w samolocie jest całkowicie wykorzystywana, warunki, którym powinien odpowiadać przyrząd uzgadniający, zostały w znacznym stopniu zaostrzone.

Warunki te są następujące:

1) niezawodne działanie przyrządu uzganiającego i dokładne sterowanie strzałów, bez względu na ilość obrotów śmigła podczas strzelania;
2) bezpieczeństwo wrazie uszkodzenia jakiejkolwiek części przyrządu i dobre sterowanie strzałów przy pewnem rozregulowaniu się przyrządu;
3) niezawodne i łatwe włączanie i wyłączanie przyrządu, niezależnie od sposobu włączania lub wyłączania (t. j. szybkie lub powolne pociągnięcie „bowdena" włączającego);
4) możliwość wbudowania przyrządu uzgadniającego do wszelkich typów samolotów, silników i karabinów maszynowych pilota;
5) łatwość i szybkość połączenia karabinu maszynowego z silnikiem oraz wyregulowania;
6) duża wytrzymałość przyrządu uzgadniającego;
7) minimalny ciężar i objętość;
8) automatyczne i niezawodne smarowanie;
9) możliwość wyregulowania przyrządu na pewien, żądany kąt strzału, (np. od 0^0 do 30^0 p. § 1 i § 4).

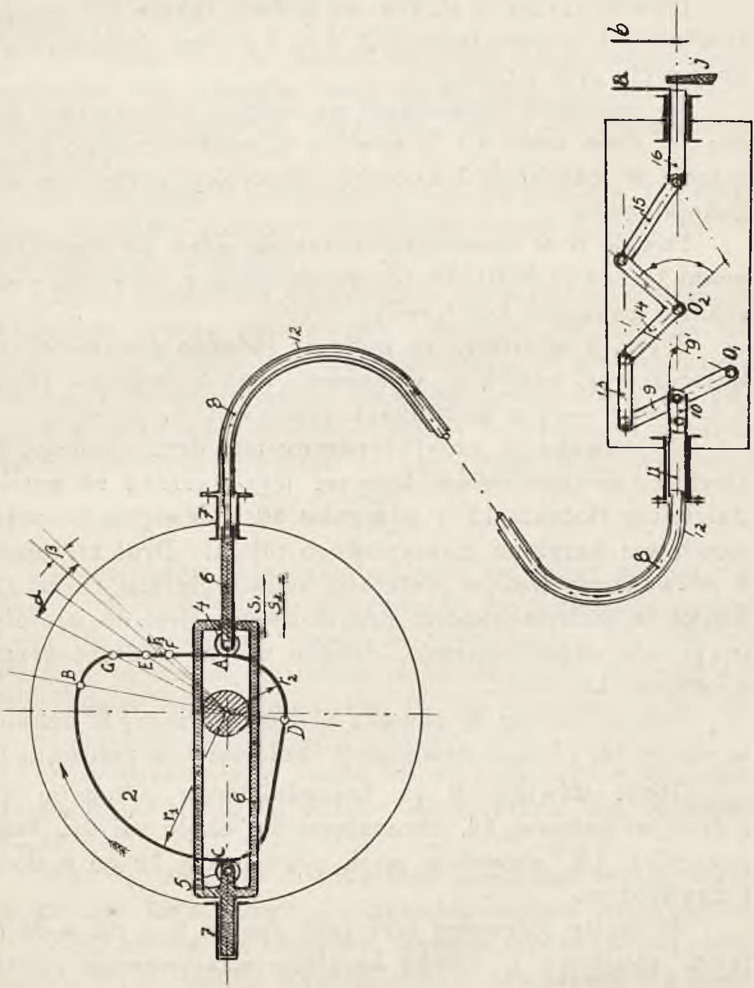
Na podstawie powyższych warunków został zbudowany przez inż. J. Szala niżej opisany przyrząd uzgadniający, wykonany w jego wytwórni „Motolux".

Ponieważ dobre sterowanie strzałów zależy nietylko od przyrządn uzgadniającego, lecz również od amunicji i karabinu maszynowego, więc i w tej spsawie podaję kilka ważniejszych uwag w niniejszym artykule (p. § 5).

W § 4 podałem opracowaną przezemnie teorję szybkostrzelności karabinu maszynowego pilota, sterowanego przyrządem uzgadniającym, oraz w § 3 obliczenie tarczy kułaczkowej i teorję mechanizmu, regulującego położenie tarczy kułaczkowej w stosunku do śmigła.

§ 1. *Zasada działania przyrządu uzgadniającego f. „Motolux”*

Schemat tego przyrządu uzgadniającego przedstawia rys. 1.



Rys. 1.

Podczas strzelania przez obracające się śmigło, tarcza kułaczkowa (rozrządcza) 2 przyrządu, sprzężona z wałem silnika, posiada taką samę ilość obrotów, jak śmigło samolotu.

Obwód tarczy 2 składa się z dwu łuków kół współśrodkowych o promieniach r_1 i r_2 i z dwu jednakowych krzywych: AB i CD.

Po obwodzie obracającej się tarczy kułaczkowej toczą się dwie rolki 4 i 5, suwaka 6, umieszczonego przesuwnie w łożyskach 7 kadłuba (skrzynki) przyrządu uzgadniającego.

Suwak 6 w momentach przejścia rolek po części obwodu tarczy AB i CD, otrzymuje skok s_1 równający się różnicy promieni kół $r_1 - r_2$.

Z rys. 1 widzimy, że podczas jednego obrotu tarczy kułaczkowej, suwak 6 wykonywa dwa jednakowe skoki $s_1 = s_2 = r_1 - r_2$ o kierunkach przeciwnych.

Do suwaka 6 przytwierdzony jest drut sterujący 8. Drut ten drugim swoim końcem jest złączony za pośrednictwem tłoczka 11 i przegubu 10 z dźwignią 9 szyny spustowej karabinu maszynowego pilota. Drut sterujący 8 prowadzony jest w unieruchomionej giętkiej rurce 12. Rurka ta jednym końcem przymocowana jest do kadłuba przyrządu uzgadniającego, drugim zaś do kadłuba szyny spustowej karabinu.

Podczas skoku s_1 suwaka 6 drut sterujący 8, pchany w rurce 12, obraca dźwignię 9 około osi 0_1 w położenie 9.

Obrót dźwigni 9 za pośrednictwem przegubu 13 i dźwigni kątowej 14, obracającej się około osi 0_2, oraz przegubu 15, wywołuje skok popychacza 16 od a do b i zpowrotem.

W czasie pierwszej fazy tego skoku, t. j. od a do b, język spustowy j, zamka karabinu maszynowego pilota.

zostaje odchylony, — i w ten sposób następuje wystrzał.

W czasie skoku s_2 suwaka 6, ciągniony drut sterujący 8 powoduje obrót dźwigni 9 w położenie pierwotne, i w ten sposób następuje drugi, analogiczy skok popychacza 16.

W chwili strzału, zamek karabinu maszynowego, pod wpływem siły odrzutu, cofa się w tył i, pod działaniem siły sprężyny głównej karabinu, wraca do pierwotnego położenia.

W ten sposób okresowe skoki popychacza 16, działając na język spustowy zamka, wywołują kolejne, po sobie następujące strzały.

Jeżeli popychacz 16 znajduje się w takiem położeniu względem języka spustowego karabinu, że podczas odchylenia się języka j, iglica oswobadza się przy skrajnem położeniu b popychacza, wtedy następuje wystrzał, gdy rolka 4 styka się z obwodem tarczy kułaczkowej w punkcie E; przyczem odległość punktu E od osi obrotu tarczy rozrządczej równa się $\frac{r_1 + r_2}{2}$.

W wypadku, gdy oswobodzenie się iglicy zamka następuje w czasie skoku popychacza 16 w punkcie, znajdującym się między skrajnemi położeniami popychacza a i b, to w chwili wystrzału rolka stykałaby się z obwodem tarczy przed punktem E, na odcinku AB, np. w punkcie F.

Przy przeciwnym ruchu obrotowym tarczy 2, rolka, w chwili wystrzału, stykałaby się z tarczą, np. w punkcie G.

Kąt α_k, zawarty między temi punktami i osią obrotu tarczy kułaczkowej, nazywamy kątem krytycznym.

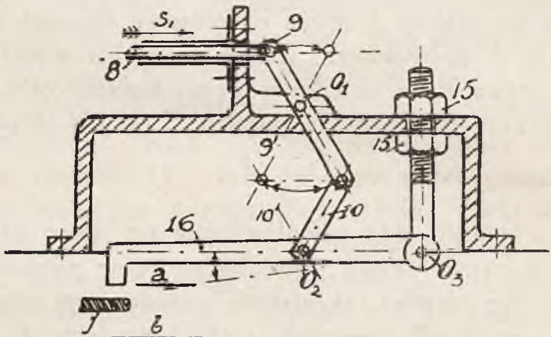
Gdy tarcza kułaczkowa wykona obrót o kąt krytyczny α , to śmigło wykona obrót, równający się kąto-

wi α_s; przyczem, dla opisanego typu przyrządu uzgadniającego $\alpha_s = \alpha_k = \alpha$. Kąt α_s nazywamy kątem strzału.

Wielkość kąta strzału $\alpha_s = \alpha$ zależna jest od wyregulowania skoku popychacza 16 i jego położenia względem języka spustowego j zamka karabinu maszynowego pilota.

Przy strzelaniu bojowem istnienie kąta strzału jest pożądane i korzystne pod względem łatwości i regulacji przyrządu uzgadniającego i niezawodności jego działania, nawet przy pewnem rozregulowaniu się przyrządu.

Kąt strzału α, przy pewnych okresach ilości obrotów śmigła, wpływa również na zwiększenie szybkostrzelności (p. § 4.).



Rys. 2.

Odmienny typ szyny spustowej przedstawia rys. 2.

Drut sterujący 8 w chwili skoku s_1 powoduje obrót dźwigni 9, (rys. 2,) około stałej osi 0_1, oraz obrót dźwigni 10 około osi 0_2, w położenie 9′ i 10′.

Podczas tego ruchu, dźwignia spustowa 16 wykonywa skok od a do b i zpowrotem, obracając się około osi 0_3.

Przy tym skoku dźwignia odchyla język spustowy karabinu maszynowego, powodując wystrzał,

W opisanym mechanizmie spustowym możemy w łatwy sposób wyregulować przyrząd na żądany kąt strzału α, przez zniżanie lub podwyższanie osi 0_3 przy pomocy nakrętek 15.

Powyższy mechanizm spustowy został zaprojektowany przez Stację Uzbrojenia Inst. Bad. Tech. Lotnictwa.

§ 2. *Opis przyrządu uzgadniającego f. „Motolux".*

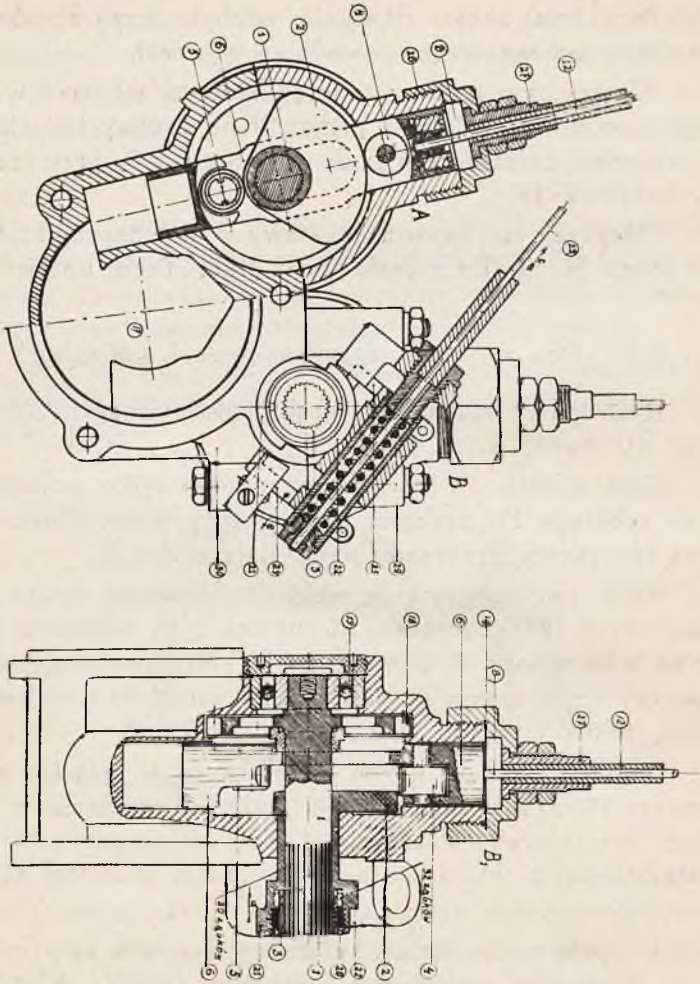
Rys. 3 przedstawia przyrząd uzgadniający f. „Motolux" dla dwóch k. m. pilota.

Koło zębate 17 (na rys. oznaczono tylko położenie koła zębatego 17) przenosi ruch obroty wału silnika na dwa identyczne przyrządy uzgadniające *A* i *B*.

Ruch ten przenosi się za pośrednictwem dwóch jednakowych kół zębatych 18 (na rys. 3 B_1 widoczne jest tylko koło zębate 18 przyrządu *B*), które posiadają analogiczny ruch obrotowy jak śmigło samolotu i stanowią jedną całość z osiami 1.

Jedna strona osi 1 jest umieszczona w łożysku kulkowem 19, druga zaś posiada podłużne wycięcia w postaci 20 ząbków. W tej części osi jest osadzona tarcza kułaczkowa 2, która obraca się razem z kołem zębatem 18.

Do połączania tarczy kułaczkowej z osią koła zębatego służy klin regulujący 3 kształtu tulejki. Klin ten posiada po stronie wewnętrznej takie same podłużne wycięcia jak oś 1, oraz, na powierzchni zewnętrznej, wycięcia w postaci 32 ząbków. Ząbki wewnętrzne klina wchodzą w wycięcia osi 1, ząbki zaś zewnętrzne klina wcho-

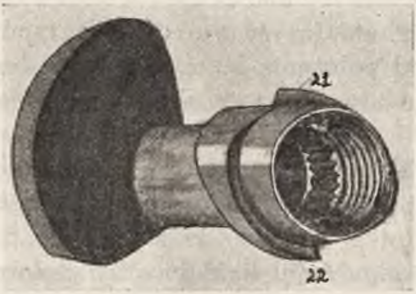


Rys. 3.

dzą w takież same ząbki w ilościach 32 szt., wyfrezowane w piaście tarczy 2. (rys. 3-a).

Wkrętka 20 tarczy kułaczkowej nie zezwala na wypadnięcie klina regulującego podczas ruchu.

Piasta tarczy kułaczkowej 2 posiada dwa wyfrezowane garby 21 i 22 (rys. 3a) kształtu równi pochyłej, które służą do automatycznego włączania i wyłączania tarczy kułaczkowej w chwili, kiedy drut sterujący 8, znajduje się w skrajnem położeniu (rys. 3 B_1, t. j., kiedy koniec popychacza 16 znajduje się w miejscu *a* (rys. 1 i 2).



Rys. 3a.

Opisana budowa tarczy kułaczkowej, która spełnia zarazem rolę sprzęgła przyrządu, jest dużą zaletą przyrządu f. „Motolux", gdyż konstrukcja ta daje zupełną gwarancję, że podczas włączania lub wyłączania nie mogą wystąpić wyskoki strzałów źle sterowanych.

Włączenie odbywa się przez pociągnięcie linki bowdena 23 w kierunku *c*.

Przy tym ruchu linki bowdena, dźwignia włącznika dolna 24 i górna 25 porusza się również w kierunku ruchu bowdena. Dźwignia włącznika dolna 24 przy tym ruchu napotyka na garb 21, obracającej się tarczy 2

i powoduje jej przesunięcie wzdłuż osi 1 w kierunku *d* (rys. 3 B_1) o długość 7 m/m.

W ten sposób włączona, obracająca się tarcza kułaczkowa, porywa suwak 6 wraz z drutem sterującym 8, powodując okresowe jego skoki.

Drut sterujący wykonywa swoje skoki w giętkiej rurce miedzianej 12, która jest przytwierdzona do skrzynki przyrządu wkrętką 27 i nakrętką 28. Rurkę 12 wraz z drutem sterującym 8 można w dowolnych krzywiznach wyginać bez wpływu na dokładność sterowania strzałów. Powyższa własność umożliwia wbudowanie opisanego przyrządu uzgadniającego do różnych typów samolotów, niezależnie od położenia k. m. pil. względem silnika.

Skok suwaka wraz z drutem sterującym wynosi 14,3 m/m.

Suwak jest zaopatrzony w dwie rolki 4 i 5, które, przy włączeniu tarczy kułaczkowej, ślizgają się po jej obwodzie. Rolka 4 jest szersza od rolki 5.

Przy oswobodzeniu linki bowdena, sprężyna bowdena 29 powoduje ruch dźwigni włącznika 24 i 25 w kierunku *e*. Wówczas dźwignia górna włącznika 25 napotyka na garb 22 obracającej się tarczy, powodując jej przesunięcie w pierwotne położenie, i w ten sposób przyrząd uzgadniający zostaje wyłączony.

Przy wyłączeniu, suwak 6 zajmuje położenie uwidocznione na rys. 3 i w tem skrajnem położeniu pozostaje przez cały czas, przytrzymywany wyłączoną obracającą się tarczą 2, która częścią swego obwodu ślizga się po krawędzi szerszej rolki 4 (rys. 3 B_1).

Z powyższego widzimy, że przy wyłączonym przyrządzie uzgadniającym koniec popychacza 16 znajduje się zawsze w miejscu *a* (p. rys. 1 i 2), t. j. w położeniu, w którem nie może nastąpić wystrzał.

Z opisanej konstrukcji widzimy również, że wrazie złamania się suwaka 6, lub urwania drutu sterującego,— karabin maszynowy przestaje strzelać, gdyż, w danym wypadku, popychacz 16 pozostaje w położeniu *a* (rys. 1 i 2).

Wszystkie wyżej opisane części są złączone kadłubem 30.

Linka bowdena 23 jest ciągniona przy pomocy rączki, przytwierdzonej do drążka sterowego samolotu.

Siła, potrzebna do włączenia przyrządu f. „Motolux", jest stosunkowo mała, gdyż pokonywa tylko opory linki bowdena w pochwie i sprężynę bowdena. Włączenie tarczy kułaczkowej, jak widzimy z opisu konstrukcji, powstaje pod wpływem siły obrotowej wału silnika.

Smarowanie przyrządu odbywa się automatycznie pompką oliwną silnika. Oliwa wchodzi do kadłuba 30, smarując wszystkie części ruchome w kadłubie i następnie drut sterujący w rurce 12.

Wyregulowanie przyrządu odbywa się przy pomocy klina regulującego 3, a mianowicie: wykręca się wkrętkę 20 tarczy kułaczkowej, wysuwa się klin regulujący i ręką obraca się tarczę kułaczkową w żądane położenie, wkładając następnie klin 3 tak, aby swojemi ząbkami wszedł w wycięcie osi 1 i tarczy kułaczkowej (p. § 3).

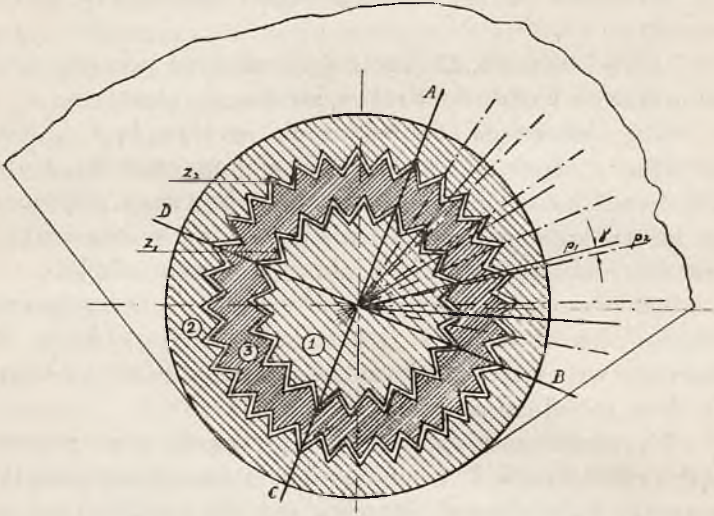
Ciężar przyrządu uzgadniającego f. „Motolux" dla dwóch k. m. pil. wynosi ok. 1,5 kg, dla jednego zaś k. m. pil. — ok. 0,8 kg. Jest to ciężar mniejszy od ciężaru wszystkich dotychczas znanych przyrządów uzgadniających, przymusowo sterowanych.

§ 3. *Obliczenie przyrządu uzgadniającego.*

Do ważniejszych obliczeń części przyrządu uzgadniającego f. „Motolux" odnosimy obliczenie klina regulują-

cego 3 pod względem ilości ząbków, sprzęgających tarczę kułaczkową 2 z osią 1 koła zębatego 18 i obliczenie krzywej AB i CD tarczy kułaczkowej.

1) *Obliczenie ilości ząbków z_1-osi i z_2-tarczy kułaczkowej.*



Rys. 4.

Rys. 4 przedstawia przekrój poprzeczny osi 1 koła zębatego 18, klina 3 i piasty tarczy kułaczkowej 2.

Klin regulujący 3 posiada po stronie zewnętrznej taką samą ilość ząbków, jak tarcza 2, a po stronie wewnętrznej, — jak oś 1; włożony między osią i piastą tarczy kułaczkowej, zazębiając się z niemi, łączy on tarczę z osią.

Zadaniem naszem jest przyjęcie takiej ilości ząbków z_1 i z_2, aby w dowolnych położeniach tarczy kułaczkowej względem osi 1, było najłatwiej włożyć klin 3 między osią i tarczą.

Oczywistą jest rzeczą, że w wypadku, gdy ilość ząbków z_1 i z_2 tarczy jest jednakowa, t. j. $z_1 = z_2$, i tarcza 2 znajduje się w takiem położeniu względem osi 1, że wierzchołki jej ząbków leżą na tych samych promieniach *A, B, C, . . .* , na których znajdują się wierzchołki ząbków osi 1, to klin 3 można włożyć między osią i tarczą w tylu położeniach, ile ząbków posiada oś lub tarcza, t. j. $z_1 = z_2$. Jest to wypadek najkorzystniejszy pod względem łatwości włożenia klina.

Gdyby wierzchołki ząbków tarczy nie znajdowały się na promieniach wierzchołków ząbków osi, to, w celu możności włożenia klina, należałoby odpowiednio obrócić tarczę 2 w prawo lub w lewo o kąt, zawarty między najbliżej siebie znajdującemi się promieniami, przechodzącemi przez wierzchołki ząbków tarczy i osi.

W danym wypadku, wyregulowanie tarczy nastąpiłoby z pewnym błędem β, równającym się, lub mniejszym od połowy kąta dla jednego ząbka tarczy t. j. $\beta \leqslant \frac{1}{2} \frac{360^0}{z_2}$.

Z otrzymanego wzoru widzimy, że błąd ten może być znaczny dla małej ilości ząbków.

Np. dla $z_1 = z_2 = 10$ błąd β wynosić może

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{360^0}{10} = 18^0.$$

W dalszej części wywodu przekonamy się, że przy założeniu $z_1 = z_2$, które byłoby najdogodniejsze dla łatwości włożenia klina między osią i tarczą, otrzymujemy wypadek najniekorzystniejszy pod względem dokładności wyregulowania tarczy kułaczkowej tak, aby zajęła określone położenie względem osi 1.

W ogólnem założeniu, gdy ilość ząbków osi z_1 różni się od ilości ząbków tarczy z_2, np. $z_2 > z_1$, to zazębie-

nie klina jest możliwe, gdy przynajmniej wierzchołek jednego ząbka tarczy znajduje się na promieniu wierzchołka któregokolwiek ząbka osi.

W danym wypadku mogą i inne ząbki osi znaleźć się swoimi wierzchołkami na tych samych promieniach *A*, *B*, *C*. (rys. 4).

Zachodzi to wtedy, gdy między promieniami *A* i *B*, *B* i *C* i. t. d. na pewną całkowitą ilość *a* ząbków osi, przypada pewna całkowita ilość *b* ząbków tarczy.

Ilość promieni *A*, *B*, *C*, . . . oznaczamy przez λ — przyczem $\lambda = \frac{z_1}{a}$ lub $\lambda = \frac{z_2}{b}$; stąd

$$a = \frac{z_1}{\lambda} \text{ i } b = \frac{z_2}{\lambda} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 1.$$

Z powyższego widzimy, że λ jest największym wspólnym podzielnikiem dla liczb: z_1 i z_2, gdyż jest to największa liczba, która w tych liczbach, t. j. z_1 i z_2 mieści się bez reszty, więc

$$\lambda = N\,W\,P\,(z_1\,,\; z_2\,,) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 2.$$

określa ilość położeń, w których można włożyć klin 3 między osią 1 i tarczą 2 tak, aby nastąpiło zazębienie, czyli jest to liczba, określająca łatwość regulacji przyrządu. Im liczba λ będzie większa, — tem łatwość regulacji będzie korzystniejsza.

Gdyby żaden z promieni *A*, *B*, *C*, . . . przechodzący przez wierzchołki ząbków tarczy, nie zlewał się z promieniami przechodzącemi przez wierzchołki ząbków osi, to tarczę kułaczkową należałoby obrócić nieco w prawo lub w lewo o kąt β_1 równy lub mniejszy od kąta $\frac{1}{2}\gamma$ (rys. 4).

Kąt γ jest to kąt, zawarty między najbliżej siebie leżącemi promieniami p_1 i p_2, z których jeden przechodzi przez wierzchołek ząbka osi, drugi zaś przez wierzchołek ząbka tarczy. Kąt ten odpowiada kątowi dla $\frac{1}{a}$ części ząbka tarczy; co wynika z niżej podanego dowodu.

Między promieniami A i B na a ząbków osi przypada b ząbków tarczy, więc na jeden ząbek osi przypada $\frac{b}{a}$ ząbków tarczy.

Przy założeniu $z_2 > z_1$, b jest większe od a, więc $\frac{b}{a} = c_1 + \frac{g}{a}$, gdzie c_1 jest pewną liczbą całkowitą, $\frac{g}{a}$ jest resztą w postaci ułamka właściwego. w którym licznik g i mianownik a nie posiadają wspólnego podzielnika (gdyż b i a, według wzoru 1, nie posiadają wspólnego podzielnika).

Dla 2-ch, 3-ch . . . x — ząbków osi, ilość ząbków tarczy wynosi:

$$2\frac{b}{a} = 2c_1 + \frac{2g}{a}$$

$$3\frac{b}{a} = 3c_1 + \frac{3g}{a}$$

$$\cdots\cdots\cdots$$

$$x\frac{b}{a} = xc_1 + \frac{xg}{a}$$

Otrzymane reszty w powyższych równaniach t. j.

$$\frac{g}{a}, \frac{2g}{a}, \frac{3g}{a} \cdots \frac{xg}{a}$$

tworzą szereg arytmetyczny rosnący, którego stała różnica $d = \frac{g}{a}$.

Jeżeli w powyższym szeregu, dla $x < a$, wykonamy działanie ułamków niewłaściwych, to otrzymamy, jako wynik, pewną liczbę całkowitą c i resztę w postaci ułamka właściwego.

Najmniejsza reszta, gdy liczby g i a nie posiadają wspólnego podzielnika, wynosi $\frac{1}{a}$, więc

$$\frac{xg}{a} = c + \frac{1}{a} \text{ stąd}$$

$$x = \frac{ac + 1}{g} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3$$

Założenie nasze, że najmniejsza reszta wynosi $\frac{1}{a}$ jest słuszne, gdyż równanie 3 ma tę własność, że zawsze da się znaleźć taką liczbę całkowitą $x < a$, iż liczba c z tego równania wypadnie również jako liczba całkowita.

W wypadku, gdy $a < 2g$, powyższe równanie sprawdza się dla

$$x = \frac{g}{a-g} + \frac{g + g_I}{a-g} + \frac{g + g_{II}}{a-g} + \frac{g + g_{III}}{a-g} + \ldots n \quad 4^*)$$

gdzie g_1 jest licznikiem reszty, otrzymanej z podzielenia pierwszego wyrazu $\frac{g}{a-g}$, g_{II} z drugiego wyrazu $\frac{g + g_I}{a-g}$

---

*) Wzór 4 otrzymujemy z szeregu $\frac{g}{a}$; $\frac{2g}{a}$; $\frac{3g}{a}$ . . . . jeżeli w szeregu tym odrzucimy wszystkie liczby całkowite, otrzymane z podzielenia ułamków niewłaściwych.

i t. d., przyczem, gdy któraś z liczb $g_I g_{II} g_{III} \ldots$ równa się 1, to wtedy kończymy dalsze układanie ułamków.

Liczba n określa ilość ułożonych ułamków.

Przy obliczeniu x, według wzoru 4, bierzemy pod uwagę tylko liczby całkowite, otrzymane z podzielenia poszczególnych ułamków.

W wypadku, gdy $a > 2g$, obliczenie wykonywamy dla $1 - \frac{g}{a}$ i otrzymany wynik x według wzoru 4, odejmujemy od liczby a, więc

$$x = a - x' \quad \ldots \ldots \ldots \quad 5$$

Liczba x określa pewną ilość ząbków osi 1, dla której to ilości przypada pewna całkowita ilość ząbków tarczy, powiększona o $\frac{1}{a}$ część ząbka tej tarczy.

Przykład: dla $z_2 = 134$ i $z_1 = 74$, w/g wz. 2, $\lambda = 2$ więc

$$b = \frac{134}{2} = 67 \text{ i } a = \frac{74}{2} = 37.$$

Na jeden ząbek osi przypada $\frac{b}{a} = \frac{67}{37} = 1 + \frac{30}{37}$ ząbków tarczy, czyli $\frac{g}{a} = \frac{30}{37}$.

W/g. wz. 4:

$$x = \frac{30}{7} + \frac{30+2}{7} + \frac{30+4}{7} + \frac{30+6}{7} + 4$$

więc

$$x = 4 + 4 + 4 + 5 + 4 = 21.$$

Liczba ta sprawdza równanie 3, z którego po pod-

stawieniu $x = 21$ otrzymujemy $c = 17$, t. j. liczbę całkowitą. Oznacza to, że dla 21 ząbków osi przypada: $21 \cdot \frac{67}{37} = 38 + \frac{1}{37}$ ząbków tarczy.

W powyższy sposób zostało wykazane, że najmniejszy kąt γ, zawarty między promieniami przechodzącemi przez wierzchołki ząkbów tarczy i osi, odpowiada $\frac{1}{a}$ części ząbka tarczy.

Ponieważ dla jednego ząbka tarczy kąt wynosi $\frac{360}{z_2}$, więc dla $\frac{1}{a}$ ząbka tarczy kąt

$$\gamma = \frac{1}{a} \cdot \frac{360}{z_2}.$$

Z wzoru 1,

$$a = \frac{z_1}{\lambda}, \text{ czyli } \gamma = \frac{360\,\lambda}{z_1 \cdot z_2};$$

stąd błąd

$$\beta \leq \frac{1}{2} \cdot \frac{360\,\lambda}{z_1 \cdot z_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6$$

Z wyprowadzonego wzoru widzimy, że dla *N. W. P.* $(z_1, z_2) = 1$ otrzymujemy najkorzystniejszy wypadek pod względem dokładności wyregulowania tarczy kułaczkowej względem śmigła, jednak najniekorzystniejszy wypadek pod względem łatwości zazębienia klina między tarczą i osią.

Przy dobieraniu ilości ząbków z_2 tarczy i z_1 osi należy posługiwać się wzorami 2 i 6.

Dla opisanego w § 3 przyrządu uzgadniającego f. „Motolux" przyjęto $z_1 = 20$ i $z_2 = 32$.

Według wzoru 2, $\lambda =$ N. W. P. $(20,32) = 4$ (rys. 4).

Oznacza to, że w danym przyrządzie możemy wyjąć klin i obracając go o $a = \frac{20}{4} = 5$ ząbków osi lub $b = \frac{32}{4} = 8$ ząbków tarczy, możemy go zpowrotem włożyć między oś i tarczę.

Błąd β przy regulowaniu tarczy kułaczkowej względem śmigła, według wzoru 6, może wynosić:

$$\beta \leq \frac{1}{2} \cdot \frac{360 \cdot 4}{20 \cdot 32} = \text{ok. } 1{,}4^0$$

2) *Konstrukcja krzywych AB i CD.* (Rys. 1).

Wskutek okresowych skoków suwaka, powstają w nim, oraz w częściach złączonych z suwakiem, szkodliwe napięcia.

Do części złączonych z suwakiem należy drut sterujący i dźwignie ruchome szyny spustowej karabinu maszynowego.

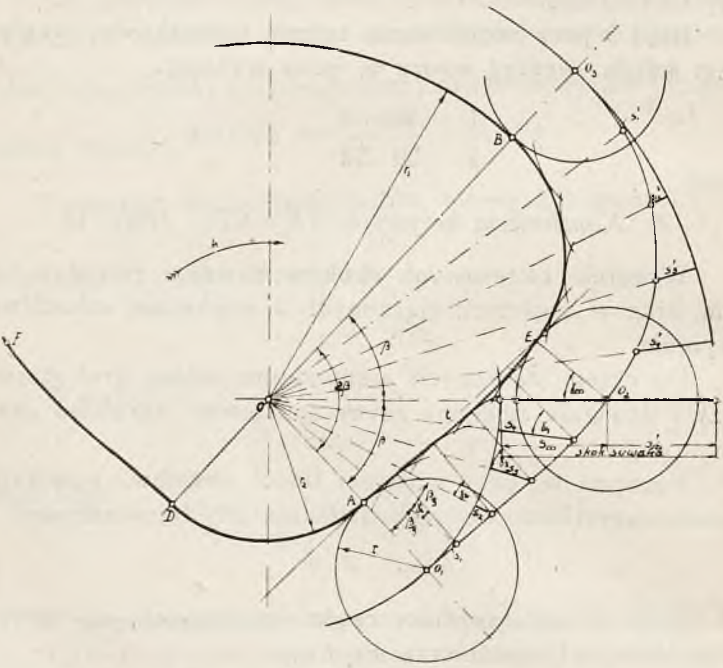
Napięcia te, przy większej ilości obrotów, powstają przedewszystkiem wskutek działania siły bezwładności.

$$P = -a \cdot m \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 7$$

gdzie m oznacza masę części ruchomych, a — przyśpieszenie, lub opóźnienie tej masy.

Zadaniem naszem jest obliczenie najkorzystniejszego kształtu krzywych AB i CD, aby szkodliwe siły bezwładności były jaknajmniejsze. Przy ruchu obrotowym tarczy kułaczkowej w kierunku strzałki k, krzywa AB jest krzywą, powodującą ruch suwaka, krzywa zaś CD — hamującą ten ruch; przy przeciwnym ruchu obrotowym tarczy, zmienia się funkcja tych krzywych. Wobec tego przyjmujemy tarczę kułaczkową—posiadającą oś symetrji, wtedy krzywe AB i CD muszą być tego samego kształtu.

Wiemy, że podczas obrotu tarczy kułaczkowej obie rolki suwaka toczą się po jej obwodzie, więc odległość środków rolek musi być wielkością stałą, równającą się $c = r_1 + r_2 + 2r$, (rys. 5).



Rys. 5.

Kąt 2β krzywej AB otrzymujemy przez wykreślenie stycznej do obwodu rolki, znajdującej się w położeniu 0_2 i do okręgu tarczy o promieniu r_2. Odległość $00_2 = \frac{r_1 + r_2}{2} + r = \frac{c}{2}$.

Punkt styczności A stycznej t z okregiem tarczy kułaczkowej jest początkowym punktem krzywej AB.

Znalezienie punktu B krzywej uwidocznia rys. 5 (odkładamy kąt $0_2\ 0B - 0_1\ 00_2$).

W ten sposób wykreśliliśmy kąt 2β krzywej AB.

Oczywistą jest rzeczą, że im kąt 2β będzie większy, tem korzystniejszy wypadnie kształt krzywej AB.

Wykreślając kąt 2β podanym wyżej sposobem, widzimy, że wielkość tego kąta zależy do pewnego stopnia od średnicy rolki; przyczem, im średnica rolki będzie mniejsza, tem kąt 2β wypadnie nieco większy.

Przyjęcie jednak zbyt małej średnicy rolki nie jest korzystne z przyczyn które podam niżej.

Wobec założenia, że tarcza kułaczkowa powinna posiadać oś symetrji, oraz że odległość rolek suwaka jest wielkością stałą c, możemy powiedzieć, że ruch przyśpieszony suwaka w pierwszej połowie skoku s_m musi być identyczny ruchowi opóźnionemu suwaka w drugiej połowie jego skoku s'_m.

Wobec tego, drogi suwaka w poszczególnych, równych odstępach czasu, w pierwszej fazie skoku, t. j. $s_1\ s_2\ s_3\ \ldots\ldots\ s_m$ równają się drogom $s_1'\ s_2'\ s_3'\ \ldots\ldots\ s'_m$ w drugiej fazie skoku suwaka.

W celu otrzymania najkorzystniejszego kształtu krzywej, przyjmujemy ruch suwaka w pierwszej połowie jego skoku jako jednostajnie przyśpieszony i następnie jednostajnie opóźniony.

Przy tem założeniu, przyśpieszenie stałe a obliczamy z wzoru na ruch jednostajnie przyśpieszony,

$$a = \frac{2\,s_m}{t^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 8$$

gdzie t — jest czasem obrotu tarczy o kąt β i $s_m = \dfrac{r_1 - r_2}{2}$

Czas ten obliczyć możemy ze wzoru $t = \frac{\beta}{360} \cdot \frac{60}{n}$, gdzie n oznacza ilość obrotów tarczy kułaczkowej w jednej minucie.

Wzór 8 uwidocznia, że, im skok suwaka $2 s_m = r_1 - r_2$ będzie mniejszy, tem przyśpieszenie suwaka wypadnie również mniejsze.

Korzystając z prawa, że przy ruchu jednostajnie przyśpieszonym drogi w poszczególnych odstępach czasu mają się do siebie tak, jak kwadraty liczb szeregu naturalnego, t. j. $1^2 : 2^2 : 3^2 : 4^2$ . . . . możemy obliczyć s_1 s_2 s_3 . . . . , znając drogę s_m. W tym celu dzielimy kąt β na m równych części i odcinamy na odpowiednich promieniach, począwszy od obwodu koła o promieniu $r_2 + r$, obliczone drogi skoku suwaka, według wzorów:

$$s_2 = 2^2 \cdot s_1 \,;\; s_3 = 3^2 \cdot s_1 \,;\; s_4 = 4^2 \cdot s_1 \;\ldots\ldots\; s_m = m^2 . s_1 \;\ldots\; 9$$

Np.: dzielimy kąt β na 5 równych części, więc $m = 5$.

Skok suwaka wynosi: $r_1 = r_2 = 14,3$ m/m, więc $s_m = 7.15$ m/m.

Z wzoru 9 . . . . . : $s_1 = \frac{s_m}{m^2} = \frac{7,15}{5^2} = 0,286$ m/m

$$s_2 = 2^2 \cdot 0,286 = 1,144 \text{ m/m}$$

$$s_3 = 3^2 \cdot 0,286 = 2,574 \text{ m/m}$$

W ten sposób wykreślamy krzywą 0_1 0_2.

Dalszą część krzywej t. j. 0_2 0_3 kreślimy według podanej własności $s_1 = s_1'$; $s_2 = s_2'$ . . . . . .

Krzywą 0_2 0_3 możemy również wykreślić przy pomocy krzywej 0_1 0_2, biorąc pod uwagę warunek, że odległość rolek suwaka jest wielkością stałą c.

Obwiednia kół o promieniu r rolki, wykreślonych z punktów tej krzywej, jest szukanym profilem AB lub CD tarczy kułaczkowej.

Z wzoru 8 możemy w łatwy sposób obliczyć, dla dowolnej ilości obrotów tarczy kułaczkowej, przyśpieszenie, lub opóźnienie suwaka, ą tem samem siłę bezwładności i jej wpływ, powodujący nacisk rolki w dowolnych punktach obwodu tarczy.

Nacisk ten, w pierwszej fazie skoku suwaka, będzie występował w części krzywej od punktu A do E — w drugiej zaś połowie skoku suwaka, od punktu F do D krzywej hamującej.

Nacisk N powierzchni rolki na obwód tarczy obliczyć możemy z wzoru:

$$N = \frac{m \cdot a}{\cos \gamma} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 10$$

Z rys. 5 widzimy, że w miarę toczenia się rolki od punktu A do E kąt γ zwiększa się ($\gamma_2 > \gamma_1$; $\gamma_3 > \gamma_2$; .... $\gamma_m > \gamma_{m-1}$), więc i nacisk N również wzrasta ku punktowi E, dla krzywej zaś hamującej, — ku punktowi F.

Kąt γ zależy do pewnego stopnia od średnicy rolki; przy zwiększeniu średnicy rolki kąt ten nieco się zmniejszy, a tem samem zmniejszy się siła nacisku N.

Wobec tego obwód tarczy kułaczkowej podczas ruchu najbardziej będzie się zbijał wzdłuż obwodu krzywej AE i DF w pobliżu punktu E i F.

W celu otrzymania średniego nacisku stałego na całym obwodzie krzywej AE i DF, należałoby odpowiednio zmienić przyśpieszenie a suwaka, t. j. zmniejszając je w pobliżu punktu E i F kosztem zwiększenia przyśpieszenia a w pobliżu punktu A i D.

Przy tem rozwiązaniu tarczy AB i CD otrzymalibyśmy mniejszy wpływ siły bezwładności na wybijanie

tarczy kułaczkowej, kosztem jednak zwiększenia siły bezwładności w pobliżu punktu *A* lub *D*. Wobec tego, wpływ tej siły na zniszczenie części ruchomych byłby znaczniejszy.

Ponieważ zniszczenie obwodu tarczy przez zbijanie zależy jeszcze w dużym stopniu od czasu ruchu suwaka, który jest mały, gdyż odbywa się tylko podczas krótkiego czasu strzelania w powietrzu, należy raczej zwrócić większą uwagę na wpływ sił bezwładności, powodujący zniszczenie części ruchomych, aniżeli na wielkość działania tej siły na zbijanie obwodu tarczy.

Wobec powyższego widzimy, że korzystniej jest pozostawić konstrukcję krzywej *AB* i *CD* obliczonej dla stałego przyśpieszenia a, (rys. 5).

Powyższą analizę obliczenia krzywki *AB* i *CD* przeprowadziliśmy bez uwzględnienia wpływu siły zewnetrznej przyrządu uzgadniającego. Siła ta, spowodowana jest tarciem drutu sterującego w rurce mosiężnej i uruchomieniem mechanimu spustowego.

Działa ona w kierunku przeciwnym do ruchu skoku suwaka, zwiększając wpływ siły bezwładności na nacisk rolki wzdłuż krzywej hamującej *DF*. Wobec tego zniszczenie krzywej poruszającej *AE* jest większe od zniszczenia krzywej hamującej *DF*.

W celu otrzymania, dla pewnej ilości obrotów tarczy, jednakowego nacisku rolki krzywej *AE* i *DF*, należałoby odpowiednio zmniejszyć przyśpieszenie a, kosztem zwiększenia opóźnienia suwaka w końcowej fazie jego skoku. Przy tem rozwiązaniu tarcza kułaczkowa nie posiadałaby już osi symetrji.

Siła zewnętrzna, przy większej ilości obrotów tarczy kułaczkowej, jest o wiele mniejsza od siły bezwładności, więc przy konstrukcji krzywej *AB* i *CD* można wpływu tej siły nie brać pod uwagę. (d. c. n.)

623.455 + 673.

KALABIŃSKI KAZIMIERZ.

OBLICZENIE GRUBOŚCI WSTĘG I WYMIARÓW MISECZKI DO WYROBU ŁUSEK AMUNICJI MAŁOKALIBROWEJ.

W łuskach różnego typu mamy następujące zasadnicze wielkości, różne dla poszczególnych typów: długość łuski, grubość ścianki, średnica zewnętrzna i grubość denka.

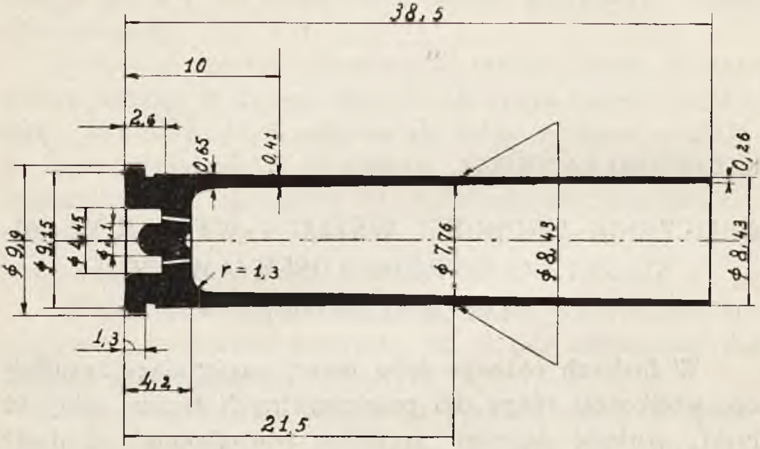
Jeżeli mamy opracować plan operacyj dla wyrobu nowego typu łuski, dla której znamy tylko rysunek z wszystkiemi wymiarami i tolerancjami, musimy wyznaczyć w pierwszym rzędzie najkorzystniejszą grubość wstęgi, z której będziemy wyrabiali ten typ łuski, oraz kształt miseczki; przy tem kształt miseczki winien być tak odpowiednio dobrany, by móc pracę na ciągach rozłożyć jak najracjonalniej.

Spółczynniki, któremi posługiwałem się w poniższych wyliczeniach, zostały ustalone na podstawie spostrzeżeń przy produkcji łusek Mauser'a, a następnie potwierdzone przy kilku innych typach łusek.

Przykład takiego przeliczenia przeprowadzę na łusce Nagant'a, kal. 7,62 mm — rys. Nr. 1. (podany w skali 2 : 1).

Łuski są wykonane z mosiądzu o składzie 67% Cu 33% Zn.

Wprowadzam następujące oznaczenia, uzależnione od odpowiednich operacyj:



Rys. 1.

Przy wyrobie tych łusek zgóry możemy przewidzieć wszystkie operacje oprócz ilości ciągów; zatem ostatni ciąg oznaczymy jako n-tę operację, przedostatni ciąg będzie $n-1$ operacją, poprzedni ciąg będzie $n-2$ operacją i t. d. Następne operacje są to:

$n+1$ obcinanie
$n+2$ I wgłębianie
$n+3$ II „
$n+4$ zwężanie
$n+5$ wiercenie otworów ogniowych
$n+6$ frezowanie.

Ciężar krążka, miseczki, tulejki z ciągów — G_n gramów
„ tulejki po obcięciu . . . . G_{n+1} „
„ gotowej łuski . . . . G_{n+6} „

Objętość krążka, miseczki, tulejki z ciągów — V_n cm³
„ tulejki po obcięciu . . . . V_{n+1} „
„ gotowej łuski . . . . V_{n+6} „

Ciężar gatunkowy mosiądzu — C_g

Średnica zewnętrzna tulejki po ostatnim ciągu — D_n
„ „ „ „ przedostatnim „ D_{n-1}
„ „ „ „ przed-przedost. „ D_{n-2}

Średnica górna wewn. tulejki po ostatnim ciągu d'_n
„ „ „ „ przedostatnim „ d'_{n-1}
i t. d.

Całkowita długość tulejki po ostatnim ciągu l_n
„ „ „ „ przedostatnim „ l_{n-1}
i t. d.

Całkowita długość tulejki po obcięciu . . . . . l_{n+1}
„ „ „ „ 2-giem wgłębianiu. . l_{n+3}
„ „ łuski . . . . l_{+6}

Wydłużenie całkowite na ostatnim ciągu . . L_n
„ „ „ przedostatnim ciągu . . L_{n-1}
i t. d.

Maks. zgniot u wylotu tulejki po ostatnim ciągu — K_n
„ „ „ „ „ „ przedostatnim „ K_{n-1}
i t. d.

Przekrój u wylotu tulejki po ostatnim ciągu S_n
„ „ „ „ „ przedostatnim „ S_{n-1}
i t. d.

Grubość wstęgi e

Szerokość wstęgi p

Przystępujemy do obliczenia *ciężaru gotowej łuski* G_{n+6}, przyczem posłużymy się wzorem

$$G_{n+6} = V_{n+6} \cdot C_g$$

V_{n+6} wyliczam z rysunku Nr. 1, to jest z rysunku gotowej łuski

$$V_{n+6} = 0{,}557 \ \text{cm}^3$$

$C_g = 8{,}3$ dla mosiądzu o powyższym składzie, a zatem

$$G_{n+6} = 0{,}557 \cdot 8{,}3 = 4{,}62 \ \text{g}$$

Mając G_{n+6} możemy wyliczyć G_{n+1} to jest ciężar tulejki po obcięciu, przez dodanie pewnego procentu ciężaru na frezowanie długości i kryzy łuski oraz na wiercenie otworów. Procent ten ustaliłem na 6,5 w stosunku do wagi G_{n+1}.

Możemy ułożyć proporcję:

$$G_{n+1} : (G_{n+1} - 4{,}62) = \\ = 100 \ : 6{,}5$$

z czego

$$G_{n+1} = \frac{(G_{n+1} - 4{,}62)\,100}{6{,}5} = \frac{100\,G_{n+1} - 462}{6{,}5}$$

$$G_{n+1} = \frac{462}{93{,}5} = 4{,}94 \ \text{g}$$

Mając G_{n+1}, możemy wyliczyć G_n, to jest ciężar krążka (miseczki i tulejki ciągów) przyjmując, że 6% ciężaru G_n odpadnie na obcięcie.

Możemy ułożyć proporcję:

$$G_n : (G_n - 4{,}94) = \\ = 100 : 6$$

$$G_n = \frac{(G_n - 4{,}94)\,100}{6} = \frac{100\,G_n - 494}{6} = \frac{494}{94} = 5{,}3 \text{ g}$$

Objętość krążka (miseczki i t. d.) $V_n = \frac{5{,}3}{8{,}3} = 0{,}64$ cm³. Objętość materjału w denku gotowej łuski (Rys. 1.) na wysokości 4,2 mm od podstawy dna łuski wynosi z wyliczenia 0.255 cm³, co stanowi $X\,^0/_0$ w stosunku do objętości V_n

$$0{,}64 : 100^0/_0 = 0{,}255 : X \qquad \text{stąd} \quad X = 40^0/_0\, V_n$$

Mając $X^0/_0$ objętości dna łuski, możemy wyliczyć $^0/_0$ objętości dna miseczki (rys. 6) na wysokości y, przez dodanie $1^0/_0$ V_n na frezowanie dna łuski i na zabieranie materjału z dna przy ciągach.

Zatem objętość dna miseczki na wysokości y będzie wynosiła $40 + 10 = 50^0/_0$ V_n t. j. $\frac{0{,}64}{2} = 0{,}32$ cm³

Przystępujemy do określenia kształtu tłocznika n-go ciągu (rys. 3.).

Przedtem jednakże musimy obliczyć D_n — średnicę zewnętrzną tulejki n-go ciągu. D_n wyliczymy z rysunku gotowej łuski — Nr. 1. Odpowiadać ona będzie średnicy stożka zewnętrznego w miejscu, gdzie kończy się dno łuski, t. j. na wysokości 4,2 mm od podstawy dna łuski.

Zatem $D_n = \frac{9{,}15 - 8{,}43}{21{,}5 - 1{,}3}(21{,}5 - 4{,}2) + 8{,}43 = 0{,}618 + 8{,}43 = 9{,}05$ mm.

Mając D_n, możemy przystąpić do wyrysowania tulejki n-go ciągu — rys. 2.

U wylotu wnętrze tulejki będzie cylindryczne, a więc będziemy mogli wyliczyć d'_n.

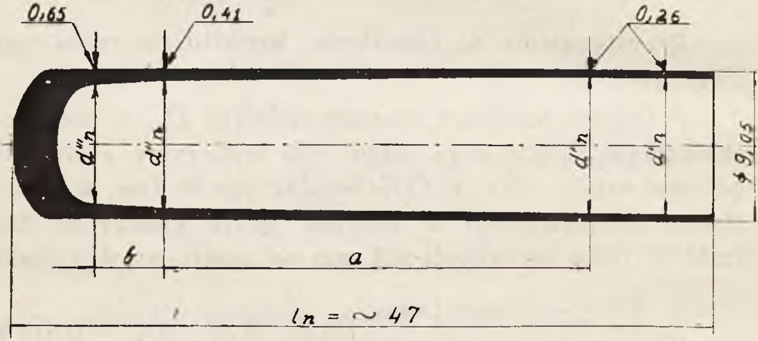
Ponieważ gotowa łuska (rys. 1.) u wylotu posiada grubość ścianki 0,26, to odpowiadającą temu miejscu średnicę wewnętrzną d'_n wyliczymy z równania:

$$d'_n = D_n - 2 \cdot 0{,}26 = 9{,}05 - 0{,}52 = 8{,}53 \text{ mm.}$$

Ponieważ przez zwężenie ścianka zgrubi się o 0,01 mm zaokrąglamy ten wymiar na $d'_n = 8{,}55$ mm.

Na rysunku Nr. 1, gotowej łuski mamy podaną następną grubość ścianki 0,41 mm na odległości 10 mm od podstawy dna łuski, zatem wymiar a będzie odpowiadał długości całkowitej łuski mniej 10 mm, czyli $a = 38{,}5 - 10 = 28{,}5$ mm. Średnicę wewnętrzną na tej odległości w tulejce ostatniego ciągu (rys. 2) oznaczyliśmy przez d_n'', i możemy ją wyliczyć z równania:

$$d_n'' = D_n - 2 \cdot 0{,}41 = 9{,}05 - 0{,}82 = 8{,}23 \text{ mm.}$$



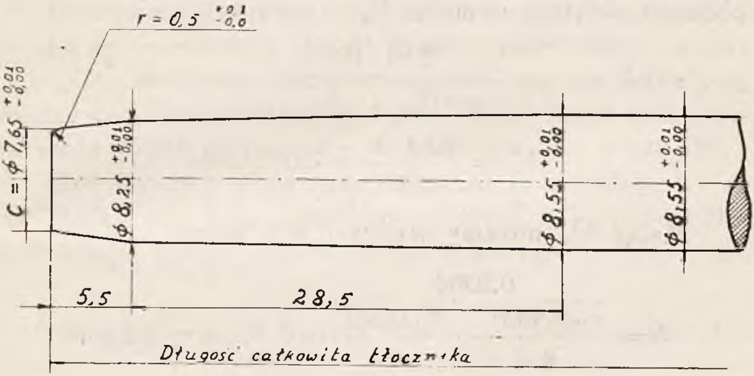
Rys. 2.

Ponieważ przez zwężenie ścianka zgrubi się o 0,01 mm zatem $d_n'' = 8{,}23 + 2 \cdot 0{,}01 = 8{,}25$ mm.

Na rysunku Nr. 1, gotowej łuski mamy podaną następną grubość ścianki 0,65 mm na odległości $(4,2 + 1,3)$ mm od podstawy dna łuski, zatem wymiar b (rys. 2) możemy wyliczyć: $b = 10 - (4,2 + 1,3) = 4,5$ mm. Średnicę wewnętrzną na tej odległości w tulejce ostatniego ciągu (rys. 2) oznaczyliśmy przez d_n'''; możemy ją wyliczyć z równania:

$$d_n''' = D_n - 2 \cdot 0,65 = 9,05 - 1,3 = 7,75 \text{ mm.}$$

Mając wyliczone średnice wewnętrzne d_n' d_n'' i d_n''' oraz wielkości a i b, możemy już zaprojektować tłocznik ostatniego ciągu (rys. 3).



Rys. 3

Dla przejrzystości rysunku tłocznika, musimy podać średnicę teoretyczną stożka na długości nie 4,5 mm a 5,5 mm, licząc, że dno na wgłębianiu przesunie się o 0,3 mm, zatem

$$c = 8,25 - \left(\frac{8,25 - 7,75}{4,5}\right) \cdot 5,5 = 8,25 = 0,60 = 7,65 \text{ mm}$$

Do wyliczenia *ilości ciągów* będzie nam potrzebna długość ostatniego ciągu czyli l_n

$$l_n \quad = l_{n+1} + \text{ długość obcinka}$$

$$l_{n+1} = l_{n+6} + \text{ zgniecenie denka na wgłębianiu,}$$

plus obcinek z frezowania długości łuski.

$$l_{n+1} = 38{,}5 + 1{,}8 + 1.3 = 41{,}6 \text{ mm.}$$

Mając l_{n+1}, to jest długość tulejki po obcięciu, przystępujemy do wyliczenia długości obcinka, potrzebnego nam do wyliczenia l_n.

Oznaczymy długość obcinka przez h, zatem $l_n = l_{n+1} + h$.

Na obcinek daliśmy 6% V_n, a więc będziemy mogli obliczyć objętość obcinka V_0 z proporcji

$$0{,}64 : 100 = \\ = V_0 \; : \; 6$$

$$V_0 = \frac{0{,}64 \cdot 6}{100} = 0{,}0384 \text{ cm}^3$$

Mając V_0 możemy wyliczyć h z wzoru

$$h = \frac{0{,}0384}{\frac{\pi \cdot 0{,}905^2}{4} - \frac{\pi \cdot 0{,}85^2}{4}} = 0{,}52 \text{ cm} = 5{,}2 \text{ mm.}$$

$\left(\frac{\pi \cdot 0{,}905^2}{4} - \frac{\pi \cdot 0{,}85^2}{4}\right)$ — pole przekroju obcinka.

Zatem $l_n = 41{,}6 + 5{,}2 = 46{,}8 = \sim 47$ mm.

Wymiary D_n i l_n będą się wahały w czasie produkcji ze względu na tolerancje wykonawcze narzędzi (matrycy i tłocznika) i ich wyrabianie się.

Mając l_n, przystępujemy do wyliczenia ilości ciągów. Podstawą do tego wyliczenia będzie założenie średnich wydłużeń, jakie wskazuje praktyka.

Wydłużenie całkowite na ostatnim ciągu może dać L_n w granicach (30—60) %

Przyjmujemy w naszym wypadku $L_n = 50\%$.

Mając L_n i l_n, możemy wyliczyć l_{n-1}, to jest długość tulejki po przedostatnim ciągu ze wzoru

$$L_n = \frac{l_n - l_{n-1}}{l_{n-1}} \cdot 100$$

$$50 = \frac{47 - l_{n-1}}{l_{n-1}} \cdot 100; \quad l_{n-1} = \frac{4700}{150} = \sim 31 \text{ mm.}$$

Otrzymanie w jednej operacji miseczki o wysokośc 31 mm przy ciężarze 5,3 g byłoby niemożliwe, wobec tego potrzebny nam jest przynajmniej jeszcze jeden ciąg między miseczką a ciągiem n-ym. Wydłużenie całkowite na ciągu $n - 1$ możemy dać w granicach $L_{n-1} = (60—80)\%$

Przyjmujemy w naszym wypadku $L_{n-1} = 70\%$.

Mając L_{n-1} i l_{n-1}, możemy obliczyć l_{n-2}, to jest długość tulejki przed ciągiem $n - 1$ z wzoru:

$$L_{n-1} = \frac{l_{n-1} - l_{n-2}}{l_{n-2}} \cdot 100; \quad 70 = \frac{31 - l_{n-2}}{l_{n-2}} \cdot 100$$

$$l_{n-2} = \frac{3100}{170} = \sim 18 \text{ mm.}$$

Przystępujemy do sprawdzenia, czy te dwa ciągi nam wystarczą i czy uzyskanie miseczki o wysokości 18 mm jest możliwe.

Krzywa utwardzenia (rys. 4) powinna na długości ciągu przebiegać w ten sposób, aby, idąc od denka, utwardzenie (zgniot) rosło początkowo szybko, potem coraz wolniej. Temu warunkowi odpowiada przebieg we-

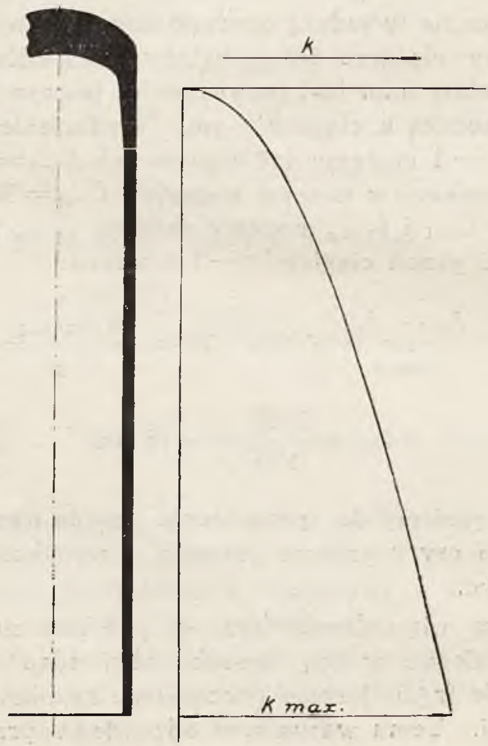
dług krzywej parabolicznej o osi równoległej do osi tulejki.

$$K_{max} = \frac{3}{2} L. \quad L \text{ wydłużenie średnie.}$$

Obliczamy K_n i K_{n-1}:

$$K_n = \frac{3}{2} L_n = \frac{3}{2} \cdot 50 = 75$$

$$K_{n-1} = \frac{3}{2} L_{n-1} = \frac{3}{2} \cdot 70 = 105$$



Rys. 4.

Przekrój końcowy w tulejce n-go ciągu S_n możemy wyliczyć ze wzoru

$$S_n = (D_n - 0.26)\pi \cdot 0,26 = (9,05 - 0,26)\pi \cdot 0,26 = 7,18 \text{ mm}^2.$$

Całkowity *maksymalny zgniot* (w przekroju u wylotu tulejki) będzie K, który wyliczymy z równania:

$$K + 1 = (1 + K_n) \cdot (1 + K_{n-1})$$

$$K + 1 = (1 + 0,75) \cdot (1 + 1,05) = 1,75 \cdot 2,05 = 3,59$$

$$K = 3,59 - 1 = 2,59 = 260\,\%.$$

Mając S_n i K, możemy obliczyć S_{n-2} z wzoru

$$\frac{S_{n-2} - S_n}{S_n} \cdot 100 = K = 260$$

$$\frac{S_{n-2} - 7,18}{7,18} \cdot 100 = 260; \quad S_{n-2} = \frac{2586}{100} = 25,86 \text{ mm}^2.$$

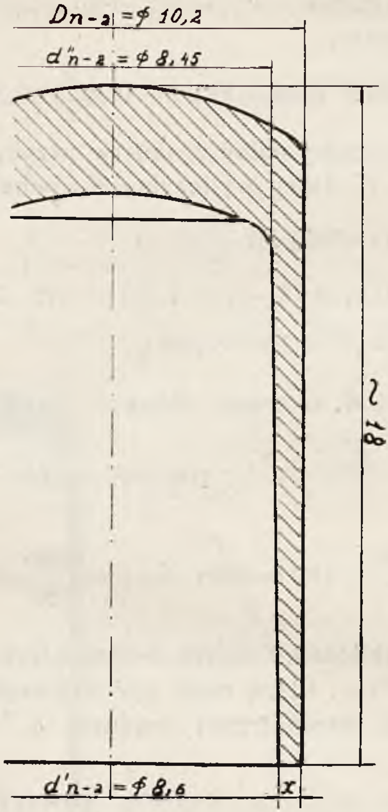
Obecnie obliczamy dalszą średnicę (rys. 5) wewnętrzną miseczki d''_{n-2}, która musi być bezwzględnie większa od minimalnej wewnętrznej średnicy d_n'' (rys. 2) n-go ciągu.

Zakładamy, że dolna średnica wewnętrzna miseczki w tym wypadku d''_{n-2} będzie na jednym ciągu zmniejszała się o 0,4 mm. Zatem d''_{n-2} możemy wyliczyć z wzoru

$$d''_{n-2} = d_n'' + 2.0,4 = 7,65 + 0,8 = 8,45 \text{ mm}.$$

Górną średnicę wewnętrzną miseczki d'_{n-2} (Rys. 5), ze względu na łatwiejszą pracę tłocznika damy większą od dolnej, t. j. od d''_{n-2}

przyjmujemy $d'_{n-2} = 8,6$ mm.



Rys. 5.

Mając średnicę d'_{n-2} i d''_{n-2}, możemy obliczyć wielkość przekroju u wylotu miseczki S_{n-2} z wzoru

$$S_{n-2} = (d'_{n-2} + X)\,\pi \cdot X = 25{,}86 \text{ mm}^2.$$

X grubość ścianki miseczki u wylotu (Rys. 5).

$$X^2 + 8{,}6\,X - 8{,}22 = 0, \text{ z czego } X = 0{,}8 \text{ mm}.$$

Mając X możemy obliczyć średnicę zewnętrzną miseczki D_{n-2} z wzoru

$$D_{n-2} = d'_{n-2} + 2 \cdot X = 8{,}6 + 2.0{,}8 = 10{,}2 \text{ mm.}$$

Według tych założeń i wyliczeń miseczka miałaby więc następujący kształt (Rys. Nr. 5 — w skali 5 : 1).

Sprawdzamy wysokość τ miseczki, która winna nam wypaść 18 mm., o ile wypadnie nam w tej granicy, to uzyskanie miseczki w myśl tych założeń będziemy uważali za możliwe; o ile zaś długość ta wypadnie nam mniejsza, to będziemy zmuszeni dać dalszy ciąg $n-2$. Dla prostszego rachunku zakładamy, że ścianka jest cylindryczna i τ obliczymy ze wzoru:

$$\tau = \frac{320}{\frac{\pi \cdot D_{n-2}^2}{4} - \frac{\pi\, d_{n-2}^2}{4}} = \frac{320}{\frac{\pi \cdot 10{,}2^2}{4} - \frac{\pi \cdot 8{,}6^2}{4}} = \frac{320}{23{,}6}$$

$$= 13{,}5 \text{ mm.}$$

Dla wyjaśnienia powyższego wzoru, przypominam, że ponieważ 50% V_n idzie w denko miseczki, to i 50% V_n pójdzie w ścianki miseczki, a że $V_n = 0{,}64 \text{ cm}^3$, — to na ścianki idzie $0{,}32 \text{ cm}^3 = 320 \text{ mm}^3$.

Ponieważ ścianka tulejki jest stożkowa, a do wyliczenia τ wziąłem średnicę d'_{n-2} czyli $d'_{n-2} > d''_{n-2}$, zatem τ w rzeczywistości będzie mniejsze od 13,5 mm, wobec tego zmuszeni jesteśmy dać dalszy ciąg, t. j. $n-2$.

Wydłużenie całkowite na ciągu $n-2$ możemy dać $\sim 100\,\%$.

Przyjmujemy w naszym wypadku $L_{n-2} = 95\,\%$.

Mając L_{n-2} i l_{n-2}, możemy wyliczyć długość tulejki przed ciągiem $n-2 = l_{n-3}$ ze wzoru

$$\frac{l_{n-2} - l_{n-3}}{l_{n-3}} \cdot 100 = L_{n-2}$$

$$95 = \frac{18 - l_{n-3}}{l_{n-3}} \cdot 100; \quad l_{n-3} = \frac{1800}{195} = \sim 9{,}2 \text{ mm.}$$

Podobnie jak przed ciągiem $n-2$, musimy wyliczyć i obecnie, czy uzyskanie miseczki o długości 9,2 mm. jest możliwe.

Obliczamy

$$K_{n-2} = 95 \cdot \frac{3}{2} \sim 143$$

Całkowity maksymalny zgniot K wyliczymy, jak poprzednio ze wzoru

$$K + 1 = (1 + K_n) \cdot (1 + K_{n-1}) \cdot (1 + K_{n-2})$$

$$K + 1 = (1 + 0{,}75) \cdot (1 + 1{,}05) \cdot (1 + 1{,}43) = 8{,}72$$

$$K = 8{,}72 - 1 = 7{,}72 = 772\%.$$

Mając S_n i K możemy obliczyć S_{n-3}, to jest przekrój u wylotu tulejki przed ciągiem $n-2$ ze wzoru:

$$\frac{S_{n-3} - S_n}{S_n} \cdot 100 = K; \quad 772 = \frac{S_{n-3} - 7{,}18}{7{,}18} \cdot 100$$

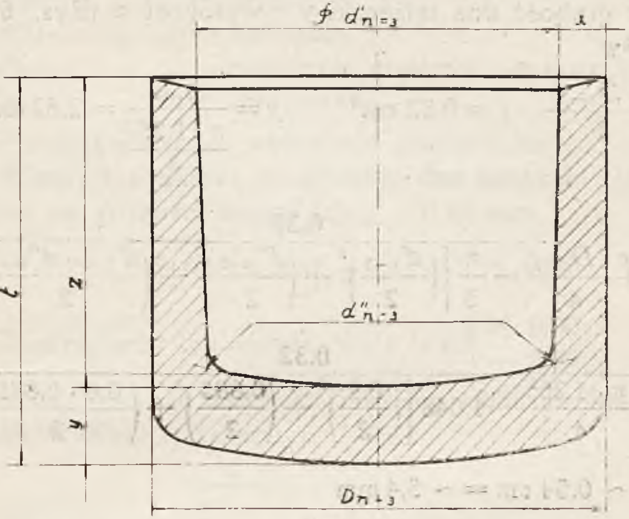
$S_{n-3} = 62{,}6 \text{ mm}^2$.

Teraz wyliczamy dolną średnicę miseczki d''_{n-3}, podobnie, jak przy obliczeniu średnicy d''_{n-2}.

$$d''_{n-3} = d_n'' + 3.0{,}4 = 7{,}65 + 1{,}2 = 8{,}85 \text{ mm.}$$

[dodajemy do d_n'' 3.0,4, gdyż mieliśmy już 3 ciągi, a mianowicie: n, $n-1$, $n-2$.]

Górną średnicę wewnętrzną miseczki d'_{n-3} (Rys. 6), ze względu na łatwiejszą pracę tłocznika damy większą od dolnej, t. j. od d''_{n-3}



Rys. 6.

Przyjmujemy $d'_{n-3} = 9$ mm.

Mając d'_{n-3}, d''_{n-3} i S_{n-3}, możemy wyliczyć grubość ścianki miseczki X (Rys. 6) ze wzoru

$$S_{n-3} = (d'_{n-3} + X). \quad X = 62{,}6 \text{ mm}^2.$$

$$X^2 + 9x - 19{,}9 = 0; \quad X = 1{,}8 \text{ mm}.$$

Mając X możemy obliczyć średnicę zewnętrzną miseczki D_{n-3} (Rys. 6) ze wzoru

$$D_{n-3} = d'_{n-3} + 2x = 9 + 2.1{,}8 = 12{,}6 \text{ mm}.$$

Zaokrąglamy ten wymiar na $D_{n-3} = 12{,}5$ mm, przez co K cokolwiek się zmniejszy.

Mając te dane możemy wyrysować miseczkę (Rys. 6).

Mając objętość dna miseczki = 0 32 cm^3 i objętość ścianek miseczki równą również 0,32 cm^3, możemy wyliczyć grubość dna miseczki y i wysokość z (Rys. 6) ze wzorów

$$\frac{\pi \cdot D_{n-3}{}^2}{4} \cdot y = 0{,}32 \text{ cm}^3 \qquad y = \frac{0{,}32}{\frac{\pi \cdot 1{,}25^2}{4}} = 2{,}62 \text{ mm.}$$

$$z = \frac{0{,}32}{\frac{\pi \cdot D_{n-3}{}^2}{4} - \frac{\pi}{3}\left[\left(\frac{d'_{n-3}}{2}\right)^2 + \left(\frac{d''_{n-3}}{2}\right)^2 + \left(\frac{d'_{n-3} \cdot d''_{n-3}}{2}\right)\right]}$$

$$z = \frac{0{,}32}{\frac{\pi \cdot 1{,}25^2}{4} - 1{,}048\left[\left(\frac{0{,}9}{2}\right)^2 + \left(\frac{0{,}885}{2}\right)^2 + \left(\frac{0{,}9 \cdot 0{,}885}{2}\right)\right]} =$$

$$= \sim 0{,}54 \text{ cm} = \sim 5{,}4 \text{ mm}$$

Całą wysokość miseczki t możemy już obliczyć ze wzoru

$$t = z + y = 5{,}4 + 2{,}62 = 8{,}02 \text{ mm.}$$

Ponieważ dno miseczki jest cokolwiek zaokrąglone, zatem t w rzeczywistości będzie większe.

Mieliśmy otrzymać wysokość miseczki ~ 9,2 mm. a otrzymaliśmy ponad 8 mm. Widzimy z tego, że już nie należy dawać dalszego ciągu, i możemy już ostatecznie ustalić operacje zasadnicze przy wyrobie tych łusek jak następuje:

I operacja — wykonanie krążka i miseczki
II „ — pierwszy ciąg $(n-2)$
III „ — drugi ciąg $(n-1)$

IV „ — trzeci ciąg (n)
V „ — obcinanie
VI „ — pierwszy wgłębianie
VII „ — drugie „
VIII „ — zwężanie
IX „ — wiercenie otworów ogniowych
X „ — frezowanie.

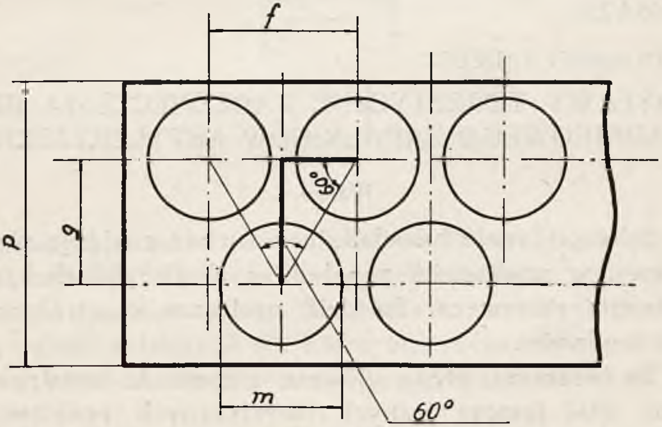
Przystępujemy do wyliczenia grubości wstęgi e.

Wiemy z praktyki, że grubość dna miseczki (y) jest cieńsza od grubości wstęgi (e) o $\sim 0{,}13$ mm.

$$e = y + 0{,}13 = 2{,}62 + 0{,}13 = 2{,}75 \text{ mm.}$$

Zaokrąglamy ten wymiar na $e = 2{,}8 \begin{smallmatrix} +0{,}00 \\ -0{,}05 \end{smallmatrix}$

Mając grubość wstęgi e, możemy obliczyć średnicę krążka m (Rys. 7) ze wzoru



Rys. 7.

$$\frac{\pi m^2}{4} \cdot e = V_n; \quad \frac{\pi m^2}{4} = \frac{0{,}64}{0{,}277}; \quad m = 17{,}15 \text{ mm.}$$

Po wyliczeniu średnicy krążka, możemy przystąpić do wyliczenia szerokości wstęgi, przyczem wycinanie krążków, celem najkorzystniejszego wykorzystania wstęgi, winno być dokonywane w ten sposób, by jaknajmniej ze wstęg otrzymać odpadków, to jest tak, jak wskazuje rys. 7.

Zakładamy $f = m + \sim 2\ \text{mm} = 17{,}15 + 2 = \sim 19{,}2\ \text{mm}$.

$$g^2 = 19{,}2^2 - \left(\frac{19{,}2}{2}\right)^2; \quad g = 16{,}6\ \text{mm};$$

szerokość więc wstęgi obliczymy ze wzoru:

$$p = g + m + \sim 3 = 16{,}6 + 17{,}2 + 3 = 36{,}8\ \text{mm}$$

zaokrąglamy do $p = 37{,}5 \pm 0{,}5$ mm.

623.454.255.

Inż. OLPIŃSKI TADEUSZ.

PODSTAWY TEORETYCZNE ZABEZPIECZENIA BEZWŁADNIKOWEGO ZAPALNIKÓW ARTYLERYJSKICH.

Wstęp.

Zabezpieczenie bezwładnikowe, choć znajduje zastosowanie w większości zapalników artyleryjskich i było od dawna stosowane, do dziś nastręcza konstruktorom duże trudności.

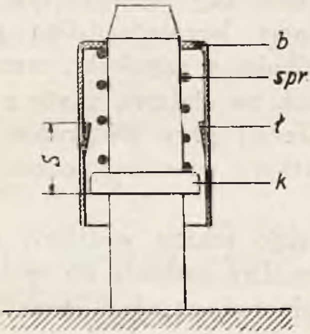
Te trudności płyną głównie z tego, że konstruktor niema dziś jeszcze jasnych teoretycznych podstaw, na których mógłby oprzeć zasadę swej konstrukcji. Kieruje się więc przy konstruowaniu raczej wyczuciem. Wyczucie to jednak nie jest rzeczą pewną i prowadzi niejednokrotnie do popełniania błędów zasadniczych, które

stają się przyczyną pogrzebania nawet najlepszych pomysłów.

Niniejszy artykuł podaje rozważania *teoretyczne* i wypływające z nich *praktyczne wskazówki*, które znacznie ułatwią pracę konstruktorowi.

Zasady ogólne.

Zanim przejdziemy do właściwego tematu, przypomnijmy sobie zasady działania zabezpieczenia bezwładnikowego, oraz dotychczas stosowane do niego prawa mechaniki.



Rys. 1.

Zabezpieczenie bezwładnikowe (Rys. 1), składa się z ciężarka (*b*), zwanego bezwładnikiem, oraz podtrzymującej go sprężyny (*Spr*). Bezwładnik często stanowi jedną całość z łapkami (*ł*), które unieruchamiają bezwładnik w jego dolnem położeniu przez zaskoczenie za kryzę (*k*).

Przy strzale bezwładnik, dzięki właśnie sile bezwładności, pozostaje na miejscu, a pocisk wraz ze sztywno z nim połączonemi częściami posuwa się ku przodowi. Sprężyna (*Spr*) zostaje zblokowana, a łapki za-

trzasku zaskakują na kryzę. W tym momencie zapalnik jest już odbezpieczony.

Podobne odbezpieczenie zajść mogłoby też przy wstrząsie zapalnika w czasie transportu, np. na skutek upadku zapalnika na ziemię. Aby ewentualny upadek zapalnika, który przy manipulowaniu lub transporcie zawsze może się zdarzyć, nie był przyczyną jego uzbrojenia się, sprężyna, podtrzymująca bezwładnik, musi być dostatecznie silna i długa, aby była w możności zakumulować w sobie całą energję kinetyczną bezwładnika, zanim ten przesunie się do swego dolnego położenia.

Dla sprawdzenia, czy zapalnik rzeczywiście daje dostateczną gwarancję bezpieczeństwa przy transporcie i manipulacji, próbujemy zapalniki, zrzucając je w odpowiednich pociskach na stalową płytę z pewnej określonej wysokości. Jeżeli przy tej próbie zapalnik nie uzbroi się, — uważamy, że zabezpieczenie jest wystarczające.

Z tego ogólnego szkicu widzimy, że zabezpieczenie bezwładnikowe ma dwa zadania do spełnienia: po pierwsze, musi zabezpieczać zapalnik przed uzbrojeniem się w transporcie czy przy manipulacji; a po drugie, musi odbezpieczyć go po strzale. Tutaj używamy wyrazu *odbezpieczyć* w znaczeniu nie tem samem co *uzbroić.* Moment uzbrojenia następuje wtedy, gdy zapalnik jest już gotów do działania. Są jednak konstrukcje, np. zegarowe, w których zapalnik odbezpiecza się w lufie, a moment uzbrojenia następuje dopiero w locie.

Ścisłe ujęcie warunków.

Te dwa zadania, które ma spełnić zabezpieczenie bezwładnikowe, są ujmowane matematycznie w sposób następujący:

1) *Zabezpieczenie zapalnika przed uzbrojeniem się w transporcie.*

Jeżeli przyjmiemy, że średnia siła sprężyny, oraz składowe siły łapek i tarcie na drodze opadania bezwładnika s wynosi ogółem $P_{śr}$, to:

$$P_{śr} \cdot s = E \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1.$$

E = energja, jaką może pochłonąć siła sprężyny i opory na drodze s.

Ta energja musi być większa od energji kinetycznej bezwładnika przy próbie kafarowej. Jeżeli bezwładnik uzyska szybkość przy próbie v m/sek i ma ciężar G, to jego energja kinetyczna wynosi:

$$\frac{G}{g} \frac{v^2}{2} = E_k; \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2.$$

Próba kafarowa jest jednoznaczna ze zrzuceniem pocisku próbnego z wysokości H cm bez odbicia na podłoże miękkie. Niżej określimy wartość H. Ze znanych praw mechaniki otrzymamy:

$$G\,H = \frac{G}{g} \frac{v^2}{2}$$

Podstawiając otrzymane wartości wzoru **2**, mamy:

$$E_k = G\,H$$

Powiedzieliśmy, że $E > E_k$, więc otrzymujemy wzór, który określa warunki próby kafarowej, w formie:

$$P_{śr} \cdot s > G\,H \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3.$$

Wzór ten, jak wiemy, jest powszechnie znany i stosowany.

W tym wzorze symbole mają następujące znaczenia:

$P_{śr}$ — średnia siła oporu (sprężyny, składowej siły łapek i tarcia), którą napotyka bezwładnik na drodze opadania s.

s — droga opadania bezwładnika. Wyraża się ona, np. w zapalnikach z bezwładnikiem zatrzaskowym, odległością końców łapek zatrzasku od kryzy, za którą przy uzbrajaniu zaskakuje. Ogólniej mówiąc, jest to odległość, jaką przebywa bezwładnik od położenia, w którem zapalnik jest zabezpieczony, do położenia, w którem zabezpieczenie trwale przestaje działać.

G — ciężar bezwładnika plus pewna część ciężaru sprężyny. Sprężyna bowiem też waży i jej masa też pomaga bezwładnikowi w blokowaniu sprężyny. Jeżeli ciężar bezwładnika wynosi G_b, a ciężar sprężyny G_s, to:

$$G = G_b + c\,G_s$$

Wartość spółczynnika c należałoby określić doświadczalnie. Najczęściej w podobnych przypadkach przyjmuje się:

$$c = 0{,}5.$$

H — zredukowana wysokość spadku.

Średnią siłę oporów $P_{śr}$ określa się matematycznie w sposób następujący: (rys. 2)

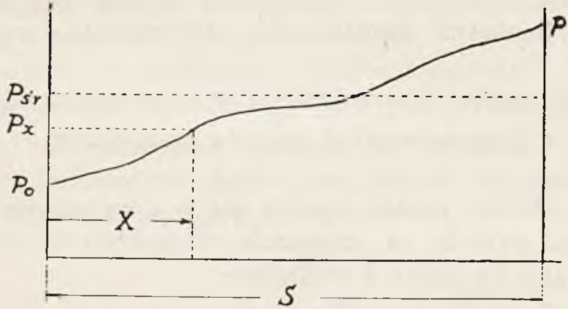
$$P_{śr} = \frac{1}{s}\int_0^s P_x\,dx$$

Dla linjowego przebiegu sił będzie: (rys. 3)

$$P_{śr} = \frac{P_0 + P}{2}$$

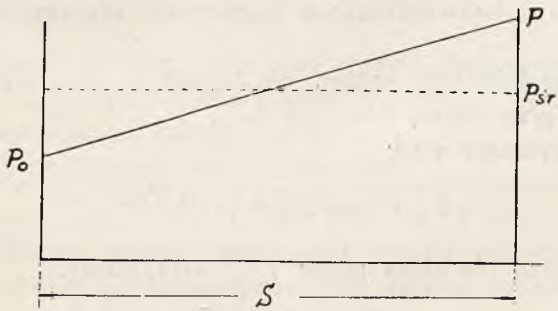
Zredukowaną wysokość spadku określamy w sposób następujący:

Przy próbie kafarowej rzucamy zapalnik w odpowiednim pocisku na płytę stalową z wysokości h, od któ-



Rys. 2.

rej ten pocisk odbija się i wznosi na wysokość h_1. Szukamy teraz takiej wysokości H, z której zrzucenie pocisku próbnego dałoby bez odbicia ten sam efekt wstrząsu, jaki zachodzi przy próbie kafarowej. Efekt wstrząsu będzie wtedy ten sam, gdy szybkość bezwładnika względem pocisku, a więc i względem kadłuba zapalnika i względem wszystkich części z nim sztywno związanych, będzie w obu przypadkach jednakowa.



Rys. 3.

Szybkość bezwładnika przy upadku bez odbicia wyraża się wzorem:

$$v = \sqrt{2gH} \quad \text{m/sek}$$

Tutaj:
g = przyśpieszenie ziemskie, H — zredukowana wysokość spadku.

Przy spadku z wysokości h w momencie stykania się pocisku z płytą cały układ posiada szybkość $v_1 = \sqrt{2gh}$ m/sek.

Po odbiciu pocisk wznosi się w górę na wysokość h_1, więc posiada w momencie odskakiwania szybkość skierowaną ku górze o wielkości:

$$v_2 = \sqrt{2gh_1} \quad \text{m/sek.}$$

Pocisk więc próbny wraz z kadłubem i sztywno z nim złączonemi częściami porusza się (w momencie odskakiwania od płyty) ku górze z szybkością v_2, a bezwładnik porusza się, dzięki sile bezwładności, w dalszym ciągu ku dołowi z szybkością v_1. Zjawisko odbicia trwa bardzo krótko i odbywa się na bardzo małej drodze, tak że wpływ jego na szybkość bezwładnika praktycznie może być pominięty. Szybkość więc względna kadłuba zapalnika i bezwładnika w momencie odskoku wynosi $v_1 + v_2$.

Powiedzieliśmy wyżej, że H jest to taka wysokość spadku, przy której $v = v_1 + v_2$.

Otrzymamy stąd:

$$\sqrt{2gH} = \sqrt{2gh} + \sqrt{2gh_1}\,.$$

Dzieląc równanie przez $\sqrt{2g}$ otrzymamy:

$$\sqrt{H} = \sqrt{h} + \sqrt{h_1}\,.$$

a przekształcając dalej otrzymamy:

$$H = h\left[1 + \sqrt{\frac{h_1}{h}}\right]^2$$

W tym wzorze (powtarzamy oznaczenia):

H — zredukowana wysokość spadku.
h — wysokość spadku przy próbie kafarowej,
h_1 — wysokość odskoku pocisku przy próbie kafarowej.

2) *Odbezpieczenie zapalnika przy strzale.*

Na bezwładnik działa przy strzale siła powstała od przyśpieszenia, wyrażająca się wzorem:

$$F = \frac{G \cdot a}{g}$$

G — ciężar bezwładnika plus pewna część ciężaru sprężyny (jak wyżej).
a — przyśpieszenie przy strzale.
g — przyśpieszenie ziemskie.

Przyjmując

$$\frac{a_{max}}{g} = k,$$

gdzie

k — spółczynnik przyśpieszenia,

otrzymamy:

$$F_{max} = G \cdot k.$$

Jeżeli chcemy, aby przy strzale następowało uzbrojenie, maksymalna siła (sprężyny, oporu łapek i tarcia) P musi być od tej siły mniejsza.

Otrzymujemy więc nierówność:

$$P < G\,k \quad \ldots\ldots\ldots \quad 4$$

W tym wzorze spółczynnik k jest najmniejszym spółczynnikiem przyśpieszenia, przy którym zapalnik ma się jeszcze uzbroić.

Wartość spółczynnika k otrzymujemy ze wzoru:

$$k = \frac{p \frac{d^2 \pi}{4}}{G_p}$$

Tutaj:

p — największe ciśnienie, panujące przy strzale.

d — średnica pocisku (kaliber)

π — 3.14159

G_p — ciężar najcięższego używanego przy wyżej przyjętem ciśnieniu p pocisku,

Należy wartość k obliczyć dla wszystkich dział, w których zapalnik ma być używany, uwzględniając wszystkie pociski i ładunki, i do wzoru 4 użyć *najmniejszą* otrzymaną wartość.

Wnioski, dające się wysunąć z wyżej podanych praw.

Wyżej przedstawione zostały wzory, dotychczas znane i stosowane przy konstruowaniu zapalników. Wzory te jednak dają się, po pewnem przekształceniu, zestawić razem i naprowadzają na pewne ogólne wnioski.

Wzór 3 otrzymaliśmy wyżej w postaci:

$$P_{śr} \cdot s > G\,H \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3$$

Średnią siłę $P_{śr}$ można zawsze przedstawić, jako pewną część siły maksymalnej.

Możemy więc napisać:

$$P_{śr} = \frac{P}{u}$$

Tutaj u = spółczynnik większy od 1 (niżej omówimy go szerzej).

Podstawiając otrzymaną wartość $P_{śr}$ do wzoru 3, otrzymamy:

$$\frac{P}{u} \cdot s > G\,H$$

Dzieląc obie strony przez G i s, a mnożąc przez u, otrzymamy nierówność

$$\frac{P}{G} > \frac{u\,H}{s} \quad \text{. . . . . 5}$$

Nierówność 4 również możemy przekształcić, dzieląc obie jej strony przez G. Otrzymamy wtedy:

$$\frac{P}{G} < k \quad \text{. . . . . 6}$$

Widzimy, że lewe stronu obu nierówności są jednakowe. Możemy więc obie te nierówności połączyć w jedną, pisząc:

$$\frac{u\,H}{s} < \frac{P}{G} < k \quad \text{. . . . . 7}$$

Dyskusję tej nierówności przeprowadzimy niżej.

Nierówność tę można przedstawić jeszcze w formie prostszej:

$$\frac{u\,H}{s} < k$$

Skoro strona lewa jest mniejsza od prawej, to możemy zawsze dobrać taką wartość w, większą od 1, przez którą pomnożona strona lewa będzie równa prawej. Możemy więc napisać:

$$\frac{u\,H}{s} \cdot w = k$$

Przekształciwszy to równanie, otrzymamy:

$$s = \frac{u\,w\,H}{k} \quad \text{. . . . . 8}$$

Dla przypomnienia powtórzę znaczenie symboli:

s — droga opadania bezwładnika (skok bezwładnika);

u — spółczynnik, określający stosunek maksymalnej siły sprężyny bezwładnika, oporu łapek i tarcia do siły średniej

$$u = \frac{P}{P_{\acute{s}r}};$$

w — spółczynnik, większy od 1, niżej dokładnie omówiony. Spółczynnik ten, jak okaże się niżej, wynika z wielkości rozrzutu sił sprężyny i oporów (P) oraz ciężarów bezwładnika i sprężyny (G), spowodowanego odchyłkami tolerancyjnemi, i mieści w sobie czynnik, gwarantujący pewność działania.

H — zredukowana wysokość spadku przy próbie kafarowej (wyżej omówiona).

k — najmniejszy spółczynnik przyśpieszenia, przy którym zapalnik musi uzbroić się (wyżej omówiony).

Wzór 8 jest bardzo ważny dla konstruktora zapalników, widać bowiem z niego jasno, *że skok bezwładnika s jest wielkością, która nie zależy od dowolnego uznania konstruktora, lecz wypływa z warunków, w jakich ma pracować zapalnik.*

Po określeniu znaczenia spółczynnika w i po określeniu liczbowych wartości spółczynników u i w wrócimy jeszcze do tego wzoru.

Określenie znaczenia spółczynnika w.

Powiedzieliśmy wyżej, że spółczynnik w wynika z wielkości rozrzutu sił (P) i ciężarów (G) i gwarantuje pewność działania. Powiedzenie to należy umotywować.

Wyjdziemy tutaj z nierówności 7:

$$\frac{uH}{s} < \frac{P}{G} < k \quad \ldots\ldots\ldots \quad 7.$$

Wiemy, że wszystkie części zapalnika są wykonywane w pewnych tolerancjach. Wahają się więc w pewnych granicach wymiary części, ich ciężary, siły sprężyn, siły łapek i siły tarcia.

Wyżej podana nierówność musi być oczywiście zawsze, t. j. dla każdego nawet najniekorzystniejszego zbiegu tolerancyj spełniona, jeżeli chcemy, aby masowo produkowane części po złożeniu dawały zawsze dobrze działające zapalniki.

Na tej zasadzie możemy rozwinąć nierówność 7 pisząc.

$$\frac{u_{max} H}{s_{min}} < \frac{P_{min}}{G_{max}} < \frac{P}{G} < \frac{P_{max}}{G_{min}} < k \quad \ldots \quad 9.$$

W tej nierówności:

u_{max} — największy możliwy stosunek $\frac{P}{P_{śr}}$, wynikły ze zbiegu tolerancyj.

H — zredukowana wysokość spadku — wielkość stała, niezależna od wahań telerancyjnych.

s_{min} — najkrótsza, wynikła ze zbiegu tolerancyj, droga bezwładnika.

P_{min} — najmniejsza, wynikła ze zbiegu tolerancyj, maksymalna (końcowa) siła sprężyny i oporów.

G_{max} — ciężar najcięższego w granicach tolerancyj bezwładnika i część ciężaru najcięższej sprężyny.

P — jedna z pośrednich sił sprężyn i oporów.

G — jeden z pośrednich ciężarów bezwładnika i sprężyny.

P_{max} — największa w granicach tolerancyj siła maksymalna (końcowa) sprężyny i oporów.

G_{min} — ciężar najlżejszego bezwładnika i część ciężaru najlżejszej sprężyny.

k — najmniejszy spółczynnik przyśpieszenia (wielkość stała, niezależna od zapalnika).

Należy tu jeszcze dodać, że do określenia tych z wyżej podanych wielkości, które ulegają zmianie pod wpływem wahań tolerancyjnych, należy brać po danej stronie nierówności wymiary zawsze te same t. j. błędnemby było jednoczesne przyjmowanie jakiegoś wymiaru w minimum dla określenia np. P_{min} i w maksimum dla określenia G_{max}. Byłby to rachunek nierealny, choć o tyle nie szkodliwy, że bezpieczniejszy.

Wyżej wyprowadziliśmy nierówność 8 na podstawie której możemy napisać:

$$w = \frac{k}{\frac{u\,H}{s}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 10.$$

Ponieważ zgodnie z nierównością 9 mamy:

$$\frac{u\,H}{s} < \frac{P_{min}}{G_{max}} \quad \text{oraz:} \quad \frac{P_{max}}{G_{min}} < k;$$

możemy napisać:

$$w > \frac{\frac{P_{max}}{G_{min}}}{\frac{P_{min}}{G_{max}}}$$

a po przekształceniu otrzymamy:

$$w > \frac{P_{max}\,G_{max}}{P_{min}\,G_{min}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 11.$$

Z nierówności 11 widzimy, że spółczynnik w rzeczywiście wynika z wahań tolerancyjnych ciężarów, sił spręż-

żyn i oporów, jak wyżej podano, i one są realnemi, fizycznemi przyczynami jego istnienia we wzorze 8.

Spółczynnik w musi być, jak wynikło z rozważań, większy od stosunku sił i ciężarów, a to w tym celu, aby zwiększyć jeszcze pewność działania zapalnika.

Wartości liczbowe spółczynników.

Spółczynnik u, jak powiedzieliśmy wyżej, wyraża się stosunkiem maksymalnej siły sprężyny, oporów łapek i tarcia, do średniej:

$$u = \frac{P}{P_{śr}}$$

Najczęściej spotykana wartość liczbowa tego spółczynnika wynosi około **1,5**. Teoretycznie najmniejsza jego wartość wynosi oczywiście **1**, największa dla sprężyn **2**, a uwzględniając dużą zmienność oporu łapek, wartość ta może dojść do 2,5.

Praktycznie należy przyjmować:

$$u = 1{,}3 \text{ do } 1{,}7.$$

Wartości mniejsze odnoszą się do sprężyn mocniej ściśniętych w zapalnikach, a wartości większe dla sprężyn, które w zapalniku nieuzbrojonym są słabo ściśnięte.

Spółczynnik w, jak wiemy, za przyczynę swego istnienia ma wahania tolerancyjne wymiarów, ciężarów i sił, oraz mieści w sobie cechę, zwiększającą pewność działania.

Przy założeniu idealnie beztolerancyjnego wykonania zapalnika i przy usunięciu czynnika zwiększającego pewność działania, spółczynnik w ma wartość 1. Wynika to jasno ze wzoru 7 po przyjęciu znaku równości zamiast nierówności,

Wtedy będzie:

$$\frac{u\,H}{s} = \frac{P}{G} = k,$$

a z wzoru 10:

$$w = \frac{k}{\frac{u\,H}{s}}$$

wynika, że $w = 1$.

Jest to najmniejsza teoretycznie wartość tego spółczynnika.

Praktyczne minimum, otrzymane z wyliczenia dla prostszych konstrukcyj, wynosi **2**.

Należy pamiętać, żo konstruktor przyjmuje spółczynnik w na początku konstruowania — nie mając jeszcze wymiarów części, a więc nie mogąc obliczyć spółczynnika w. Dlatego spółczynnik w należy przyjmować z pewnym zapasem.

Zapas ten jest też z tego względu zalecany, że ułatwia konstruktorowi przy dalszem konstruowaniu dobór ciężarów i sił oraz zwiększa pewność funkcjonowania zapalnika.

Praktycznie więc (dane wzięte z zapalników, wieloletnią praktyką potwierdzonych) spółczynnik ten wynosi około **3**, a czasem ma wartości o wiele większe, na co możemy sobie pozwolić przy zapalnikach, stosowanych wyłącznie do dział o dużym spółczynniku przyśpieszenia.

Przy projektowaniu można również posługiwać się spółczynnikiem łącznym $u\,.\,w$ przyjmując wtedy:

$$u\,.\,w \cong 4{,}5\,;$$

Spółczynnik k jest znany w piśmiennictwie fachowem i dla zapalników artyleryjskich uniwersalnych wynosi około 1750, a dla zap. moździerzy 1100;

Wartość H zależy od wymagań bezpieczeństwa. Jak wiadomo, dla francuskiej próby kafarowej wynosi ona 320 cm.

Nie wszystkie jednak państwa posiadają tak ostrą próbę kafarową.

Ostateczna postać wzoru na długość skoku bezwładnika.

Na tę długość otrzymaliśmy wzór 8,

$$s = \frac{u\,w\,H}{k} \text{ cm.} \qquad \qquad 8.$$

W tym wzorze:

u — spółczynnik wynoszący około 1,5

w — „ „ około 3

H — wysokość zredukowana spadku, wynosząca według próby francuskiej 320 cm.

k — najmniejszy spółczynnik przyśpieszenia, wynoszący dla zapaln. artyleryjskich uniwersalnych (stosowanych do 155-ki włącznie) około 1750, a dla zapalników do moździerzy piechoty około 1100.

Wzory do określenia wartości H i k podano wyżej.

Należy tu zaznaczyć, że otrzymana z tego wzoru s jest najkrótszą drogą bezwładnika, wynikłą ze zbiegu tolerancyj, zgodnie z pierwszą częścią nierówności 9:

$$\frac{u_{max}\,H}{s_{min}} < \frac{P_{min}}{G_{max}}$$

Wzór 8 można jeszcze uprościć, podstawiając do niego wartości liczbowe społczynników.

Otrzymamy więc:

$$s = 4{,}5\,\frac{H}{k}$$

a przyjmując $H = 320$ cm.

$$s = \frac{1440}{k} \text{ cm.}$$

Przykłady liczbowe.

1. *Najkrótszy teoretycznie skok bezwładnika.*

Teoretycznie najkrótszy skok bezwładnika zachodzi przy założeniu $u = 1$ i $w = 1$.

Otrzymamy wtedy dla zapaln. artyleryjskiego uniwersalnego (dla kalibrów do 155-ki włącznie):

$$s = \frac{1 \cdot 1 \cdot 320}{1750} = 0{,}183 \text{ cm.}$$

$$s_{min} \text{ teoret.} = 1{,}83 \text{ mm,}$$

Przy zapalnikach do moździerzy otrzymamy:

$$s_{min} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 320}{1100} = 0{,}291 \text{ cm.}$$

$$s^{min} \text{ teoret.} = 2{,}91 \text{ mm.}$$

Z tego przykładu wynika, że projektowanie zapalników, które mają zastosowanie do dział o mniejszym spółczynniku przyśpieszenia, z zabezpieczeniem bezwładnikowem, w którem bezwładnik w swem górnem położeniu byłby podtrzymywany przetyczką, albo sztyftem, odginającym się na małej drodze, lub urządzeniem podobnem, — jest błędem zasadniczym.

Należy tu jednak zaznaczyć, że w zapalnikach do dział o dużym spółczynniku przyśpieszenia, a do tego w wojskach, które nie mają tak ostrej, jak francuska,

próby kafarowej, s_{min} teoret. wypadnie znacznie mniejsze.

N. p. Jeżeli $H = 200$ cm i $k = 10000$;

$$s_{min} \text{ teoret.} = \frac{200}{10000} = 0{,}02 \text{ cm} = 0{,}2 \text{ mm.}$$

Tutaj stosowanie mały skoków bezwładnika, a więc i stosowanie blaszek sprężynujących i t. p. jest rzeczą możliwą i może dawać dobre wyniki.

2. *Najkrótszy praktycznie skok bezwładnika.*

Przyjmiemy tu $u = 1{,}3$; $w = 2{,}5$; $H = 320$ cm;

Dla zapalników artyleryjskich uniwersalnych:

$$s_{min} = \frac{1{,}3 \cdot 2{,}5 \cdot 320}{1750} = 0{,}594 \text{ cm} = 5{,}94 \text{ mm.}$$

Dla zapalników do moździerzy piechoty:

$$s_{min} = \frac{1{,}3 \cdot 2{,}5 \cdot 320}{1100} = 0{,}945 \text{ cm} = 9{,}45 \text{ mm.}$$

Wartości te są najmniejszemi wartościami, jakie konstruktor może przyjmować i to przy prostych konstrukcjach.

Praktycznie należy przyjmować:

$u = 1{,}5$, $w = 3$ i wtedy otrzymamy dla zapalników artyleryjskich:

$$s_{min} = \frac{1{,}5 \cdot 3 \cdot 320}{1750} = 0{,}82 \text{ cm} = 8{,}2 \text{ mm.}$$

a dla zapalników do moździerzy piechoty:

$$s_{min} = \frac{1{,}5 \cdot 3 \cdot 320}{1100} = 1{,}31 \text{ cm} = 13{,}1 \text{ mm.}$$

Dla zapalników do dział o dużym spółczynniku przyśpieszenia i przy łagodniejszej próbie kafarowej otrzymamy:

$$s_{\min} = \frac{1.5 \cdot 3 \cdot 200}{10000} = 0,09 \text{ cm}$$

$$\text{czyli} \quad s_{\min} = 0,9 \text{ mm.}$$

W tych warunkach, jak to już wyżej zaznaczono, stosowanie małych skoków, a co zatem idzie, stosowanie drobnych blaszek sprężynujących czy sztyftów odginanych, lub coś podobnego, — jest rzeczą realną i słuszną.

Wyżej określone $s_{\min}$ jest to najkrótszy skok bezwładnika, jaki wynika ze zbiegu tolerancyj, jak to wyżej podano.

Zaznaczyć tu należy wyraźnie, że rozważania niniejsze odnoszą się wyłącznie do zapalników z pojedyńczem bezwładnikowem zabezpieczeniem. Zapalniki z podwójnem zabezpieczeniem bezwładnikowem, np. jak *R. Y. G.*, pod rozważania te nie podpadają.

Również przy stosowaniu tego rozważania do zapalników z zabezpieczeniem odśrodkowem i bezwładnikowem należy być ostrożnym i pamiętać, że skokiem bezwładnika nazywamy tę odległość, którą bezwładnik przechodzi od położenia, w którem zapalnik jest zabezpieczony, do położenia, w którem zabezpieczenie przestaje trwale działać. Trwałe odbezpieczenie następuje wtedy, gdy bezwładnik w swem dolnem położeniu już pozostaje, np. naskutek zaskoczenia jego łapek za kryzę.

Po zaprojektowaniu zapalnika z uwzględnieniem obliczonej drogi s należy dokładnie sprawdzić, czy nierówność 9 została spełniona. Przez fałszywe bowiem dobranie stosunku sił i ciężarów $\left(\frac{P}{G}\right)$ można, mimo prawidło-

wo określonej drogi s, przekroczyć granice, podane dla tego stosunku w 9-ej nierówności.

Przeliczenie takie może zdawać się zbyt żmudnem, ale nie należy szczędzić trudu przy obliczeniu teoretycznem zapalnika, gdyż koszt obliczeń nawet najdłuższych jest zawsze bardzo mały w stosunku do kosztów strzelań próbnych, które przy źle opracowanej konstrukcji zapalnika pochłaniają ogrome sumy.

Dyskusja nierówności 9.

Dla lepszego przemyślenia zagadnienia, poruszanego w tym artykule, powtórzymy jeszcze raz najważniejsze rozumowanie, dyskutując dziewiątą nierówność.

Wyżej wyprowadzona nierówność dziewiąta ma postać:

$$\frac{u_{\max} H}{s_{\min}} < \frac{P_{\min}}{G_{\max}} < \frac{P}{G} < \frac{P_{\max}}{G_{\min}} < k \quad , \quad . \quad . \qquad 9$$

Jak widzimy składa się ona z pięciu części.

Pierwsza część:

$$\frac{u_{\max} H}{s_{\min}}$$

mieści w sobie warunek próby kafarowej i jest krańcowo największą wartością wyrazu, przy $u_{\max}$ i $s_{\min}$.

Druga, trzecia i czwarta część wyrażają stosunek sił sprężyny i oporów do ciężaru bezwładnika (plus pewna część ciężaru sprężyny). Stosunek $\frac{P}{G}$ jest wartością zmienną naskutek wahań tolerancyjnych wymiarów części. Przy $P_{\min}$ i $G_{\max}$ stosunek przybiera wartość najmniejszą, $\frac{P}{G}$ jest jedną z pośrednich wartości, a przy $P_{\max}$ i $G_{\min}$ wartość stosunku dochodzi do maksimum.

Ostatnią częścią nierówności jest najmniejszy spółczynnik przyśpieszenia, przy którym zapalnik ma jeszcze odbezpieczyć się przy strzale. Ta więc część nierówności, mieści w sobie warunki strzału.

Posługując się powszechnie przyjętemi metodami przedstawienia wykreślnego nierówności, otrzymamy niżej podany wykres 9-ej nierówności.

Prowadzimy mianowicie linję poziomą i od punktu 0 leżącego na niej, odmierzymy kolejno obliczone wartości (Rys. 4).

Punkt I odmierzamy na odległości $\frac{u_{\max} H}{s_{\min}}$

Punkt II „ „ „ $\frac{P_{\min}}{G_{\max}}$

Punkt III „ „ „ $\frac{P}{G}$ (jedna z pośred.)

Punkt IV „ „ „ $\frac{P_{\max}}{G_{\min}}$

Punkt V „ „ „ k

Wszystkie te wartości są oczywiście wielkościami bezwymiarowemi.

Następnie od punktów I i V wyprowadzamy linje pionowe ku górze, a od punktów II i IV ku dołowi.

Linje górne określają nam granice, wewnątrz których mają znajdować się stosunki $\frac{P}{G}$, spotykane w danem, analizowanem zabezpieczeniu.

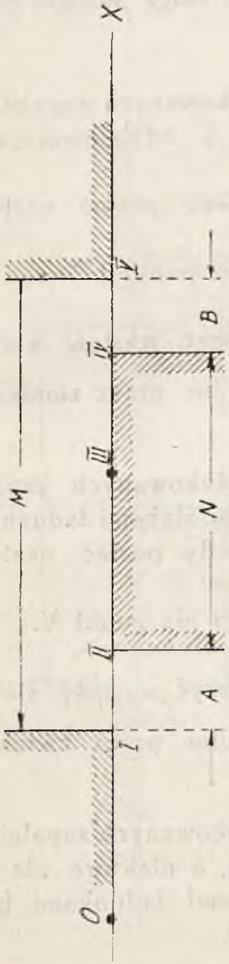
Linje dolne określają nam granice, w których znajdują się faktycznie stosunki $\frac{P}{G}$.

Odległość między górnemi linjami pionowemi wynoni M, a między dolnemi N.

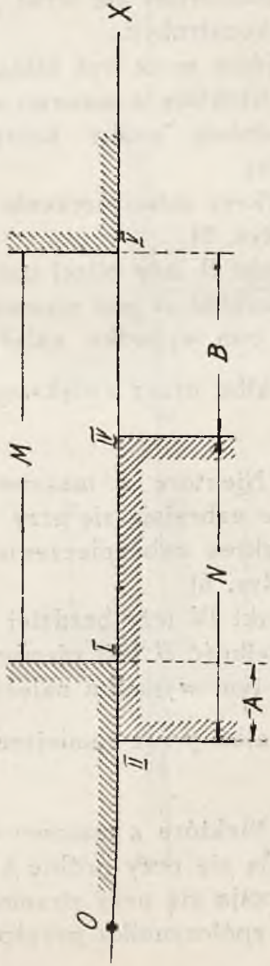
Oczywiście musi być spełniona nierówność

$$M > N$$

Odległości A i B są luzami. Luzy te istnieć muszą



Rys. 4.



Rys. 5.

z uwagi na trudność doboru wymiarów zabezpieczenia, jak również z uwagi na zwiększenie pewności funkcjonowania zapalnika.

Wyżej podany wykres 9-ej nierówności jest wykresem prawidłowo zaprojektowanego zabezpieczenia.

Zastanowimy się teraz, na czem mogą polegać błędy jakiejś konstrukcji.

Błędów może być kilka.

1) Niektóre z masowo wyprodukowanych zapalników nie spełniają próby kafarowej t. j. odbezpieczają się przy niej.

Wykres zabezpieczenia ma wtedy postać następującą: (Rys. 5)

Punkt II leży bliżej punktu 0 niż punkt I.

Wielkość A jest ujemna.

W tym wypadku należy zwiększyć wartość stosunku $\frac{P}{G}$ albo przez zwiększenie P, albo przez zmniejszenie G.

2) Niektóre z masowo wyprodukowanych zapalników nie uzbrajają się przy strzelaniu słabemi ładunkami.

Wykres zabezpieczenie ma wtedy postać następującą: (Rys. 6)

Punkt IV leży bardziej na prawo niż punkt V.

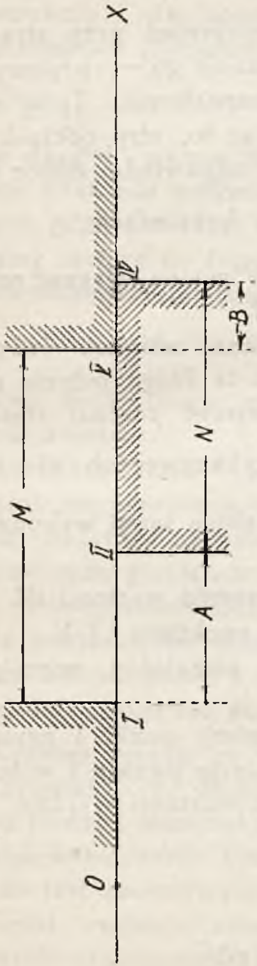
Wielkość B jest ujemna.

W tym wypadku należy zmniejszyć wartość stosunku $\frac{P}{G}$ albo przez zmniejszenie P, albo przez zwiększenie G.

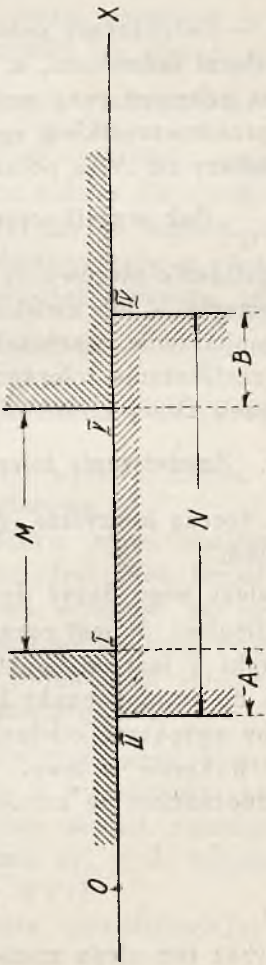
3) Niektóre z masowo wyprodukowanych zapalników uzbrajają się przy próbie kafarowej, a niektóre nie odbezpieczają się przy strzelaniu słabemi ładunkami (przy małym spółczynniku przyśpieszenia).

Wykres zabezpieczenia ma wtedy postać następującą: (Rys. 7).

Punkt II leży więcej na lewo, niż punkt I, i punkt IV leży więcej na prawo, niż punkt V. Wartość A i B



Rys. 6.



Rys. 7.

są ujemne. Wartość N jest większa od M, a powinno być naodwrót.

Tutaj, jak widzimy, samą zmianą wielkości stosunku $\frac{P}{G}$ nic nie poradzimy; gdyż, zwiększając wartość stosunku, — zwiększymy procent nieuzbrojeń przy strzelaniu słabemi ładunkami, a, zmniejszając go,— zwiększymv procent uzbrojeń przy próbie transportowej. Tutaj musimy przedewszystkiem spowodować to, aby odcinek M był większy od N, a potem przez odpowiedni dobór stosunku $\frac{P}{G}$ (jak wyżej) wyregulować konstrukcję.

Spełnienie nierówności: $M > N$ można osiągnąć przez zmniejszenie N lub zwiększenie M.

Zmniejszenie wartości N można osiągnąć jedynie przez zacieśnianie tolerancyj, gdyż tą drogą jedynie możemy przy danej konstrukcji zmniejszvć rozrzut stosunku $\frac{P}{G}$. Zmniejszenie tolerancyj wykonawczych nie jest jednak rzeczą korzystną, gdyż zwiększa koszt wykonania zapalnika.

Należy więc dążyć do powiększenia wartości M.

Odległość M jest ograniczona punktami I i V.

Punkt V jest od konstruktora niezależny, więc pozostaje do zmiany punkt I.

Aby zwiększyć odcinek M musimy punkt I przesunąć na wykresie w lewo. Przesunięcie punktu I w lewo jest jednoznaczne ze zmniejszeniem wartości wyrazu:

$$\frac{u_{\max} H}{s_{\min}}.$$

Wyraz ten ulega zmniejszeniu gdy:

a) zmniejszamy wartość u_{max}

b) " " H

c) zwiększamy " s_{min}.

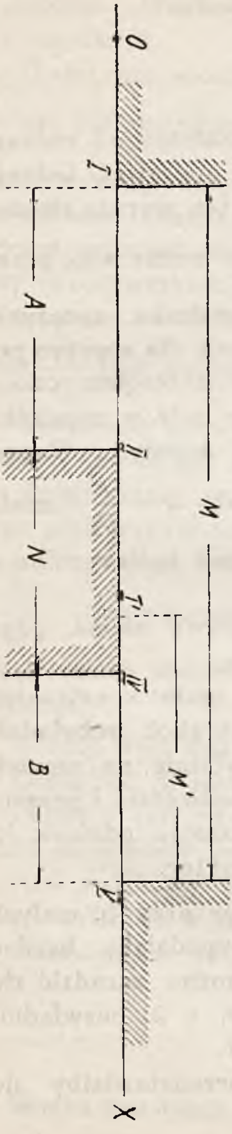
a). Spółczynnik u_{max} jest głównie zależny od rodzaju konstrukcji, i nim konstruktor może operować jedynie w niewielkich granicach. Spółczynnik ten wyraża się stosunkiem $\frac{P}{P_{śr}}$. Zmniejszyć spółczynnik u można więc przez danie długiej, mocno ściśniętej w zapalniku, sprężyny. Mocne ściskanie wstępne nie jest jednak dla sprężyn pożądane, gdyż powoduje zmianę jej siły z biegiem czasu. Dążymy zawsze do tego, aby sprężyny były w zapalniku (przed uzbrojeniem) możliwie najmniej ściśnięte. Raczej więc należy dobierać tak sprężyny, aby $u = \frac{P}{P_{śr}}$ miało wartość dużą. Drogą więc zmniejszania spółczynnika u iść nie należy.

b). Na wartość H konstruktor wpływu niema, gdyż ona jest mu narzucona próbą kafarową.

c). Jedynym czynnikiem, którym może konstruktor w dowolnych granicach operować, jest skok bezwładnika s. Powiększenie skoku wpływa wybitnie na zmniejszenie wartości pierwszego wyrazu nierówności i przesuwa tem samem punkt I w lewo, zwiększając odcinek M. Tą właśnie drogą iść powinien konstruktor.

Czasem jednak, co zdażyć się może przy b. małych spółczynnikach k, długość drogi s wypadałaby bardzo duża i psułaby konstrukcję. Wtedy można zaradzić złu stosując konstrukcję kombinowaną np. z 2 bezwładników co jest zastosowane w zap. *R.Y.G.*

Tutaj wykres zabezpieczenia przedstawiałby się w sposób następujący; (Rys. 8)



Rys. 8.

Punkt I leży bardzo blisko punktu 0, i odcinek M z tego powodu jest bardzo duży. Tutaj jednak punkt I *nie* wyraża się wzorem $\frac{u_{\max} H}{s_{\min}}$, a jest zależny od zupełnie innych czynników. Omawianie tych czynników pomijam, gdyż zaprowadziłoby to nas do zbyt długich rozważań.

Punkt I', jest punktem określonym na zasadzie wartości $\frac{u_{\max} H}{s_{\min}}$. Gdyby on miał tu swe normalne znaczenie, wiekszość zapalników uzbrajałaby się przy przy próbie kafarowej, co jasno widać z wvkresu (punkt II leży po lewej stronie punktu I'). Przy próbie więc kafarowej bezwładnik w tem zabezpieczeniu dochodzi do swego dolnego, krańcowego, położenia, ale, nie mając żadnego zaczepu, wraca pod wpływem sprężyny na swe dawne miejsce. Zatrzask natomiast w pierwszym momencie, wstrząsu traci całą energję kinetyczną, uderzając występami łapek o krawędź obsady, i w czasie, gdy bezwładnik jest w dolnem położeniu, niema już szybkości, naskutek której mógłby się wdół przesunąć.

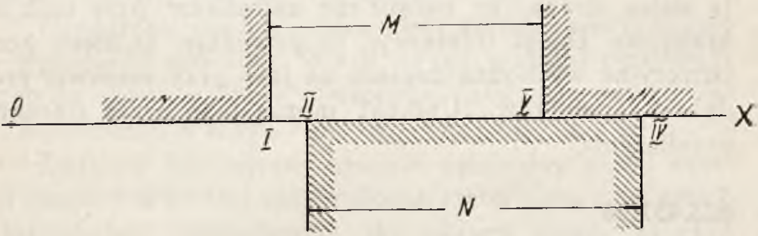
4) Wreszcie zdażyć się może, że jednocześnie zajdzie pierw-

szy i trzeci, lub drugi i trzeci błąd konstrukcyjny. Wtedy objawy są takie, jak przy pierwszym lub drugim przypadku, ale naprawiać błąd trzeba według sposobu, podanego dla przypadku trzeciego.

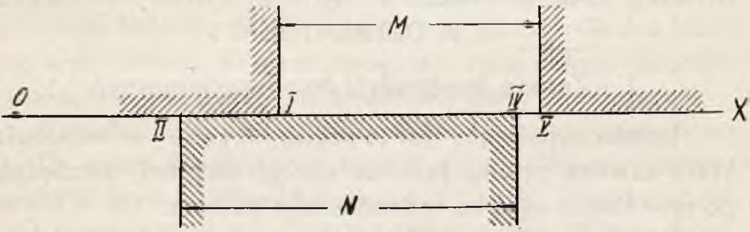
Wykres zabezpieczenia ma wtedy postać: (Rys. 9 a,b)

W obu przypadkach zachodzi

$$N > M,$$



Rys. 9.



Rys. 9a.

co należy przedewszystkiem usunąć (patrz punkt 3), a potem przez odpowiednie dobranie stosunku $\frac{P}{G}$ wyregulować konstrukcję.

Powyższa dyskusja i rozważanie nad możliwościami popełnienia błędów zostały dokonane jedynie dla lepszego zrozumienia zagadnienia. Jeżeli bowiem konstruktor obliczy prawidłowo skok bezwładnika s oraz przeliczy

starannie stosunki $\frac{P_{min}}{G_{max}}$ i $\frac{P_{max}}{G_{min}}$, przyjmując rzeczywiście najniekorzystniejsze zbiegi tolerancyj, wszystkie wyżej omawiane błędy nie będą zachodziły. Rachunek taki jest dość żmudny, ałe w porównaniu z kosztem strzelań próbnych wielokrotnie opłaca się.

Należy tu jeszcze dodać, że strzelania próbne mają tę słabą stronę, że naogół nie natrafiamy przy nich na krańcowe zbiegi tolerancyj, co powoduje, iż błędy konstrukcyjne wychodzą dopiero na jaw przy masowej produkcji zapalników. Uniknąć można tego przez staranne przeliczenie.

623.451.74

Kpt. TARNOWSKI MIKOŁAJ.

BOMBY ZAPALAJĄCE I ŚRODKI OBRONY PRZED ICH DZIAŁANIEM.

I. *Zasady konstrukcji bomb zapalających.*

Bomba zapalająca jest to pocisk, używany w lotnictwie, który zawiera pewien ładunek energji cieplnej, niezbędnej do utworzenia ogniska w środowisku palnem.

Bomba zapalająca składa się z pięciu zasadniczych części: skorupy, brzechwy, urządzenia zawieszeniowego, ładunku i zapalnika.

Skorupa służy do przenoszenia ładunku zapalającego do celu. Powinna ona odpowiadać określonym warunkom balistycznym, wytrzymałościowym i konserwacyjnym. Skorupa może posiadać lekką konstrukcję, o ile bomba nie jest przeznaczona do przebijania mocnych osłon, lub konstrukcję mocną, o ile jest wymagana od niej duża zdolność przebijania. Skorupy słabej konstrukcji, wykonywane z blachy

lub cienkościennych rur, stosuje się przy bombach benzynowych, benzolowych, fosforowych i t. p., skorupy zaś mocnej konstrukcji, tłoczone ze stali lub toczone z elektronu—przy bombach termitowych i elektronowych.

Brzechwa służy do stabilizacji bomby oraz do jej prowadzenia na torze w czasie lotu. Brzechwa składa się z kilku skrzydeł lub posiada kształt cylindryczny. Wykonywa się ją z blachy stalowej lub aluminjowej.

Urządzenie zawieszeniowe służy do zawieszenia bomby w wyrzutniku samolotu. Składa się ono z uszka, zmontowanego na skorupie, lub z pierścienia, nałożongo na skorupę i zaopatrzongo w uszko.

Ładunek wewnętrzny stanowi niezbędny zasób energji cieplnej w postaci różnorodnych materjałów o wysokich własnościach zapalających, do których należy zaliczyć przedewszystkiem węglowodory, mieszaniny ciał palnych z utleniaczami, termity, oraz fosfór, magnez, sód i potas.

Obok ładunku zapalającego może istnieć również ładunek wybuchowy, przeznaczony do rozsadzania skorupy i rozrzucenia palących się kawałków masy zapalającej.

Zapalnik służy do spowodowania funkcjonowania bomby. Do bomb zapalających używa się zapalników uderzeniowych, zarówno bezwładnikowych, jak i wtłoczeniowych, oraz czasowych. Zapalniki pierwszego typu są przeznaczone do spowodowania działania bomby po zderzeniu się z przeszkodą, zapalniki zaś czasowe służą do zapalania bomby w czasie lotu.

Bomby zapalające dzielą się na 2 typy: bomby ciężkie, od 10 kg wzwyż i bomby lekkie, t. zw. myszki lotnicze lub strzały, których ciężar nie przekracza 1 kg.

Bomby ciężkie przeznaczone są do bombardowania celów dobrze osłoniętych, bomby zaś lekkie przeznacza się do bombardowania celów odkrytych (składy materjałów palnych) lub osłoniętych przez dachy słabej konstrukcji.

II. *Działanie bomb zapalających.*

Bomba zapalająca w chwili funkcjonowania tworzy jedno lub kilka ognisk. Intensywność spalania bomby a także temperatura powstającego ogniska — zależą od rodzaju ładunku wewnętrznego.

Wszelkie płynne węglowodory o niskim punkcie wrzenia, oraz oleje stałe naogół tworzą ogniska o małej intensywności i o niskiej stosunkowo temperaturze. W przeciwieństwie do nich termity i elektron posadają dużą intensywność spalania i bardzo wysoką temperaturę.

Materjały, spalające się przy niskiej temperaturze, nieprzekraczającej kilkaset stopni, mogą powodować zapalenie tylko przedmiotów łatwopalnych. Promień ich działania zależy od wielkości płomienia i warunków atmosferycznych, w szczególności wiatru. Działanie niszczące tych środków zapalających wgłąb materjału jest nieznaczne, ponieważ przez cały czas spalania się powierzchnia zaatakowana przedmiotu pokryta jest warstwą płynu, którego temperatura nie sięga poza punkt wrzenia stosowanego środka.

Natomiast termit i elektron, wydzielając w jednostce czasu duże ilości ciepła, stwarzają ognisko o wysokiej temperaturze, sięgającej 2000 — 3000° C, dzięki czemu umożliwiają zapalenie nawet trudnopalnych przedmiotów.

Tworzące się przy spalaniu termitu i elektronu ognisko nie posiada dużego płomienia, wobec czego jego działanie niszczące ogranicza się powierzchnią, pokrytą roztopionym metalem. Działanie zapalające przez promieniowanie nie jest duże i nie przekracza 1 — 2 m przy ładunkach jednokilogramowych.

Jeżeli chodzi o działanie termitu i elektronu na drzewo, to należy stwierdzić, że ulega ono zwęgleniu na całej powierzchni, pokrytej roztopionym metalem. Palenie się drze-

wa w tych warunkach jest uniemożliwione przez izolującą warstwę stopionego metalu, a także przez tworzącą się warstwę popiołu. Zapalenie dotkniętego przedmiotu rozpoczyna się z brzegów ogniska, jednak w tych miejscach temperatura metalu szybko się zmniejsza; równocześnie z tem zmniejsza się możliwość zapalenia. O ile dany przedmiot jest uodporniony na działanie ognia lub jest on wogóle trudnopalny, to przy spokojnym stanie powietrza może nastąpić nawet zagaśnięcie tlejących części przedmiotu zapalonego.

Działając na cegłę, beton lub żelazobeton, termit i elektron powodują kruszenie tych materjałów na głębokość kilku centymetrów. Wobec tego skutki działania bomb termitowych i elektronowych nie są groźne i w żadnym wypadku nie mogą powodować takiego osłabienia ścian budynku, któreby mogłoby wywołać ich zawalenie się.

Celem powiększenia działania promienia bomb zapalających stosuje się sposoby następujące:

a) umieszczenie wewnątrz bomby ładunku wybuchowego, mającego na celu rozerwanie bomby i rozrzucenie palącego się materjału;

b) zaopatrzenie bomb termitowych i elektronowych w dodatkowy ładunek stałego oleju, który w chwili działania bomby stapia się i rozlewa na znacznej powierzchni.

Pierwszy sposób może być stosowany z powodzeniem przy płynnych materjałach zapalających. Przy materjałach stałych, szczególnie zaś przy termitach, otrzymuje się zbytnie rozproszenie ładunku, przyczem znaczna ilość rozrzuconych kawałków leci niezapalona, palące się zaś kawałki pod wpływem powietrza oziębiają się i gasną nieraz już przedtem, zanim spadną na przedmiot atakowany.

Drugi sposób może być stosowany tylko przy bombach termitowych, o stosunkowo dużym ciężarze (10 — 15 kg),

przeznaczonych do przebijania stropów lub pokładów statków. W tym wypadku ciężka skorupa stalowa pochłania dużo ciepła, wobec czego obniża się wartość kalorymetryczna ładunku termitowego, działanie zaś oleju nie rekompensuje tej straty.

Skuteczne bombardowanie osiąga się przez rzucenie na cel dużej ilości bomb małych, zdolnych do tworzenia całego szeregu ognisk, niebezpiecznych dla przedmiotów łatwopalnych.

III. *Środki obrony czynnej.*

Gaszenie materjałów, używanych do ładowania bomb zapalających, zapomocą zwykłych środków przeciwpożarowych, do których należy zaliczyć wodę, pianę saponinową, czterochlorek węgla, dwutlenek węgla, oraz rozmaite materjały sproszkowane, nie daje wyników zadawalających, w niektórych zaś wypadkach osiąga skutek wręcz przeciwny, powodując wzmorzenie ognia.

Uniwersalnym środkiem do gaszenia bomb zapalających, bez względu na rodzaj ładunku wewnętrznego, jest *suchy piasek,* działający jako warstwa izolująca. Ognisko, utworzone przez ciało spalające się przy udziale tlenu z powietrza (elektron, sód, potas, fosfór), gaśnie w razie pokrycia go warstwą piasku. Podobne działanie posiadają również inne materjały sypkie, niezawierające wody: *ziemia, opiłki żeliwne, minerały,* a nawet według Rumpfa *plewy jęczmienne,* oraz materjały niepalne, posiadające dużą powierzchnię, jak *wiórki stalowe* ze względu na przewodnictwo, które powoduje znaczny odpływ ciepła. Gaszenie piaskiem termitu powoduje jedynie umiejscowienie pożaru, gdyż termit nie wymaga do swego spalania się tlenu powietrznego. Pod warstwą piasku może nadal odbywać się reakcja spala-

nia termitu, powodująca zniszczenie materjału palnego wgłąb.

Woda zasadniczo nie powinna być używana do gaszenia bomb zapalających. W zetknięciu się strumienia wodnego z termitem tworzy się gaz piorunujący, powodujący wzmożenie reakcji. Po spaleniu się termitu zlewanie roztopionego metalu wodą może spowodować osłabienie reakcji na powierzchni dostępnej dla wody, jednak pod szlaką termit nadal zachowuje działanie zapalające.

W zetknięciu z topiącym się elektronem woda, podobnie jak przy termicie, ulega dysocjacji na tlen i wodór, wskutek czego podsyca się palenie i tworzy się gaz piorunujący, niebezpieczny przy gaszeniu pożaru.

Przy zetknięciu się wody z metalicznym sodem lub potasem powstaje bardzo niebezpieczna, wybuchowa reakcja, która powoduje rozrzut palącego się materjału, oraz powiększenie wymiarów ogniska pierwotnego. Odrzucone cząsteczki mogą spowodować na znacznej odległości niebezpieczne oparzenia.

Przez zlewanie wodą fosforu można spowodować zwiększenie jego działania zapalającego. Przy swojem paleniu się ciekły fosfór, znajdujący się pod wodą, rozpryskuje się i powoduje utworzenie całego szeregu ognisk mniejszych.

Piana wodna, tworząca się przez dodawanie do wody substancyj chemicznych, posiada działanie podobne do czystej wody, powodując w niektórych wypadkach gaszenia termitu i fosforu częściowe tłumienie ognia.

Czterotlenek węgla („tetra") przy gaszeniu termitu w zetknięciu się z roztopionem żelazem tworzy fosgen, w postaci gęstego dymu o niebiesko-czarnem zabarwieniu, który jest niebezpieczny dla płuc.

W zetknięciu się z metalicznym sodem lub potasem czterochlorek węgla posiada równie niebezpieczne działanie jak woda.

Z palącym się fosforem czterochlorek węgla wchodzi w reakcję, powodując utworzenie się gęstego, czarnego dymu, bez żadnego wpływu na dalsze spalanie się fosforu.

Dwutlenek węgla, mimo swego niezmiernie intensywnego działania oziębiającego, nie posiada wpływu na przebieg spalania się termitu i elektronu.

Substancje sproszkowane, używane w „suchych" gaśnicach również nie posiadają skutecznego działania, o ile chodzi o gaszenie bomb termitowych, elektronowych lub ładowanych sodem, albo potasem metalicznym.

Plewy jęczmienne, jako środek przeciwpożarowy, są wymienione po raz pierwszy w literaturze fachowej przez Rumpfa w jego książce: „Brandbomben". Powyższy środek jest zalecany do gaszenia metalicznego sodu, potasu i fosforu przez zasypanie ogniska grubą warstwą plew. Zwęglone plewy tworzą, rzekomo, szczelną skorupę uniemożliwiającą dalsze palenie się ciał wyżej wymienionych. Po zasypaniu ogniska plewami do dalszego gaszenia można używać suchego piasku. Plewy jęczmienne podobno nie palą się również w mieszance z ciekłym fosforem, lecz ulegają zwęgleniu z silnem wydzielaniem duszącego dymu.

Usuwanie ognisk, które się tworzą przy spalaniu się bomb termitowych i elektronowych, możliwe jest zapomocą podbierania palącej się masy na łopatę żelazną 3 — 4 mm grubości i wrzucanie do skrzyni z suchym piaskiem. Pracujący przy tem powinni mieć na sobie ubranie skórzane lub z innego materjału, odpornego na ogień.

Należy nadmienić, że promieniowanie palących się bomb, nie wyłączając termitowych i elektronowych, z racji ograniczonej ilości masy zapalającej, nie jest zbyt duże i, w

każdym razie, umożliwia gaszenie ogniska z odległości 3 — 4 kroków.

W końcu należy stwierdzić, że *woda* pozostaje nadal najważniejszym *środkiem gaszenia pożaru*, spowodowanego przez działanie bomb zapalających. Biorąc pod uwagę, że całkowite spalanie bomby nie przekracza zwykle kilku min. czasu, można przypuszczać, że straż ogniowa nigdy nie będzie miała do czynienia z gaszeniem samych bomb zapalających, lecz tylko z pożarem, przez nie wywołanym. Gaszenie bomb zapalających w pierwszej chwili będzie należało do ogółu i dlatego rozpowszechnienie w społeczeństwie wiadomości o działaniu bomb zapalających i sposobach ich unieszkodliwienia pozostanie zawsze najważniejszym zadaniem organizacji O. P. L.

IV. Środki obrony biernej.

Obrona bierna polega na zabezpieczeniu budynków, narażonych na bombardowanie, przed przebijającem działaniem bomb zapalających zapomocą dachów i stropów odpowiedniej konstrukcji, oraz na stworzeniu warunków niekorzystnych dla działania bomb wyżej wymienionych.

Używane dotychczas w wojskach europejskich bomby zapalające nie posiadają dużego działania przebijającego. Naprzykład 1 kg bomba niem. „Elektron" według obliczeń powinna przebić strop drewniany grubości ok. 20 cm. Dotychczasowe konstrukcje bomb zapalających wogóle nie przewidują bombardowania celów dobrze osłoniętych. Uważano nawet za szkodliwe duże zagłębienie się bomby w przeszkodzie. W tym celu bomba 1 kg niem. „Elektron" nie posiada ostrołuku przedniego i ma dodatkowy pierścień dla zwiększenia oporu brzechwy.

Dotychczas przyjmuje się, że dachy o dużym kącie

pochylenia, pokryte blachą 10 mm grubości lub płytami z żelazu-betonu 70 mm grubości, dostatecznie zabezpieczają budynki przed działaniem bomb zapalających.

W przyszłości należy się spodziewać stosowania zarówno bomb lekkich (do celów lekko osłoniętych), jak i bomb ciężkich o wadze 10 kg, zdolnych do przebijania dachów i stropów mocnej konstrukcji. Bomba 10 kg przy maksymalnej szybkości spadania może przebić warstwę: drzewa 75 cm grubości, betonu 15 cm grub., cegły 30 cm grub.

Proponowane przez niektórych autorów zasypywanie stropów piaskiem może być skuteczne przy grubości warstwy 30 — 35 cm jedynie dla bomb lekkich do 1 kg lub cięższych, lecz o skorupach słabej konstrukcji (bomby benzynowe).

Przy bombach 10 kg o skorupie wytrzymałej na uderzenie — obrona bierna w postaci odpowiedniej konstrukcji dachów i stropów wydaje się problematyczną. W tym wypadku obrona bierna sprowadzałaby się jedynie do uodpornienia na ogień przedmiotów palnych, znajdujących się w budynkach, zapomocą środków ogniotrwałych, do których należy w pierwszym rzędzie zaliczyć: szkło wodne, siarczany potasu, sodu, miedzi, cynku, oraz chlorki wapnia, magnezu, cynku, amonu, boraks, kwas borny, węglan amonu i t. p. *).

Niektórych z nich używa się do malowania, innych zaś do impregnowania przedmiotów, wrażliwych na ogień.

Wreszcie, budynki drewniane oraz drewniane przepierzenia w mieszkaniach zabezpiecza się od ognia zapomocą zwykłej wyprawie murarskiej.

---

*) p. Enzyklopädie der technischen Chemie. Ullmann, T. 5, str. 389.

WIADOMOŚCI Z PRASY OBCEJ.

Rosja Sowiecka

(„TIECHNIKA I WOORUŻENJE"—styczeń do czerwca 1934 r.).

1. *Współczesna artylerja i drogi jej rozwoju.* — N. Upornikow.

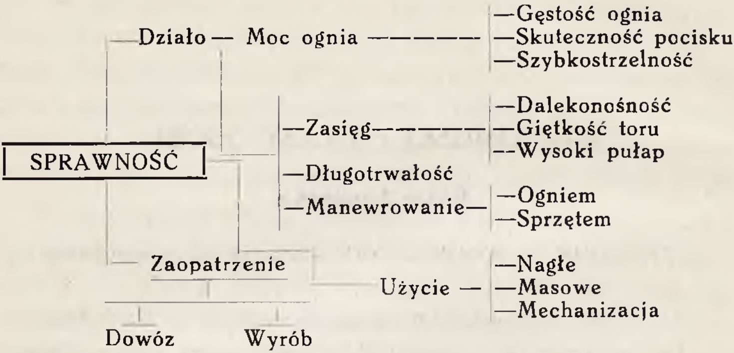
Pod wpływem idei, powstałych w czasie wojny światowej, oraz ogólnego rozwoju *techniki*, a zwłaszcza na skutek przewrotu, jakiego dokonał w wojsku *silnik*, — obserwuje się obecnie burzliwy rozwój artylerji; rozwój ten odbywa się na podstawie doświadczeń wojny i nowych pojęć taktycznych.

Doświadczenia wojny 1914 — 18 r. są to: 1. Niszcząca potęga ognia art., zwłaszcza ciężkiej. 2. Olbrzymie zużycie amunicji. 3. Katastrofalnie szybkie zużycie się luf. 4. Różnorodność kalibrów i rodzai pocisków. 5. Znaczenie zaopatrzenia. 6. Niemożliwość improwizacji. 7. Ważność naukowej organizacji artylerji i przygotowania ognia.

W dziedzinie taktycznego zastosowania wojna wysunęła następujące wymagania: 1. Zakończenie i nasilenie działania. 2. Zastosowanie masowe. 3. Głębokość działania.

Stąd wynikają cechy, jakim odpowiadać winien sprzęt art. ze stanowiska balistyki: duża donośność i celność, oraz ze stanowiska taktyki: ruchliwość, duże pole ostrzału, skuteczność działania pocisku (kaliber), szybkostrzelność, — takie są wymogi bojowe. Natomiast wymagania ekonomiczne skierowują artylerję na drogę *zwiększenia sprawności*, t. j. maksymalnego wykorzystania potencjalnych możliwości danego kalibru, naukowej organizacji artylerji i planowości we wszelkich szczegółach jej pracy. To właśnie dążenie do osiągnięcia największego skutku bez zbytecznej straty środków i czasu — jest osobliwą cechą współczesności w dziedzinie artylerji.

Zasada sprawności w artylerji przedstawia się schematycznie wg. W. Trofimowa jak następuje:



Siła artylerji mieści się nie w działach, a w pociskach. *Pocisk jest orężem wojny.* Cechy przyszłej artylerji wyrażone są w zapatrywaniach znanej ameryk. komisji Westervelta lub w książce gen. Herra, którego system artylerji zawiera aż 16 typów dział, potrzebnych dla rozwiązania wszelkich zagadnień taktycznych. Mniej więcej na żądaniach gen. Herra oparty jest system dział Schneidra, zrealizowany w 1929 roku. Zasada jego polega na dążeniu do zwiększenia mocy dział kosztem ich ruchliwości, przez powiększenie donośności wszystkich typów i pola ostrzału tak pionowego, jak i poziomego i na dążeniu do uniwersalności dział. Typy dział np. Schneidra reprezentują artylerję dnia dzisiejszego, choć niektóre z nich wymagają już pewnych ulepszeń, szczególnie pod względem donośności. Żadne jednak państwo nie może sobie obecnie pozwolić na całkowite przezbrojenie swei artylerji, najwyżej idą one drogą modernizacji istniejących typowych dział, opracowując jednocześnie typy doświadczalne przyszłej artylerji. Problemat zwiększenia mocy bez obniżania ruchliwości znajduje swe rozwiązanie w zastosowaniu siły motorowej do sprzętu art., która również ułatwia sprawę zaopatrzenia i dowozu.

Pojawienie się czołgów i rozwój lotnictwa bojowego wprowadziły zasadnicze zmiany w taktyce, a więc i w uzbrojeniu; do systemu art. włączyć musiano: art. przeciwczołgową, art. czołgową i art. lotniczą, co nie jest uwzględnione w omawianych wyżej systematach. Ponadto powstaje artylerja do walki zbiska.

Celem możliwego ograniczenia zużycia amunicji i dział, zwrócono uwagę na powiększenie celności broni (na odległość maksymalną, prawdopodobne uchylenie wgłąb nie powinno przekraczać 0,5% donośności), a więc poświęcono się studjom nad budową pocisku, i wtedy okazało się, że niektóre, zdawałoby się drobne szczegóły, mają wybitny wpływ na lot pocisku (np. kształt pierścienia wiodącego).

Udoskonalenie kształtu pocisku zwiększyć może donośność do 30% i powiększyć znacznie celność ognia; przy tem zysk ten otrzymuje się „za darmo", bo nie wymaga zwiększenia ładunku miotającego, ani większego naprężenia broni. Oszczędność w użyciu prochu doprowadziła do zbadania szczegółowego cech różnego gatunku prochów, co doprowadziło do wniosku, że *każdy rodzaj działa wymaga swego dobranego prochu*, aby móc wykazać maksymalną sprawność, co zależy również oczywiście i od racjonalnej budowy samego działa. Doświadczenia dowiodły, że na skutek działania pocisku ma wpływ, po za budową skorupy i własnościami materjału kruszącego, — również *zapalnik*, i na ten więc szczegół zwrócono specjalną uwagę. Długotrwałość luf zabezpieczają takie środki, jak: ładunki zmniejszone, smarowanie przewodów, określone tempo ognia i wreszcie rdzenie wymienne. Słabszą częścią w konstrukcji działa jest łoże, lecz na zmniejszenie jego pracy wpływa poważnie hamulec czyli opornik wylotowy.

W przyszłej artylerji pożądane są donośności rzędu 200 km, co wymaga, aby V_0 dochodziło do 1900 m/s.; dla ognia do celów szybkobieżnych lądowych i powietrznych również potrzeba możliwie dużej szybkości początkowej (prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego wzrasta w stosunku odwrotnym do sześcianu, a może nawet do piątej potęgi czasu lotu pocisku). Dążenie to poświadczają próby Gerlicha. W każdym razie należy się liczyć w działach z szybkościami powyżej 1000 m/s., co wymaga długości lufy 55 — 60 kalibrów i ciśnień 4000 — 6000 kg/cm^2 (duży ładunek względny). Równolegle z tem rozwija się sprawa wytrzymalszych gatunków tworzywa na lufy. Zastosowanie pocisków gwintowanych (wg. Charbonnier) daje możność przedłużenia życia lufy — z jednej strony, oraz stosowania bardzo wydłużonych pocisków — z drugiej. Wykorzystanie energji prochu w inny sposób niż dotychczas również znajduje zastosowanie, weźmy np. turbo-działa lub pociski rakietowe. Stopniowe ulepszenia, wprowadzane w różnych dziedzinach związanych z uzbrojeniem, — doprowadzą do stworzenia broni skuteczniejszej i sprawniejszej w każdym kierunku.

2. Przyczynek do sprawy działania burzącego i przenoszenia wybuchów. — K. Snitko. Wybuch, jako proces nagłego tworzenia się gazów silnie ogrzanych, połączony ze skokami ciśnienia w miejscu wybuchu, wywołuje uderzenie w otaczającym go ośrodku i powoduje rozprzestrzenienie się w tym ośrodku „fali detonacji". Fala ta charakteryzuje się rozmaitą intensywnością i wytwarza zatem większe lub mniejsze działanie burzące. Np. przy wybuchu 100 kg mat. wyb. skutki wybuchu sięgają do 100 — 150 m, na odległościach zaś mniejszych (10 m) fala detonacji może przenosić wybuch od jednego ładunku do drugiego. W drugiej połowie zeszłego stulecia Abel i Brown ustalili, że donośność przenoszenia wybuchu zależy od właściwości, ciężaru i gęstości ładunku czynnego, od czułości i gęstości ładunku biernego, oraz od właściwości ośrodka i tworzywa powłoki ładunków. Prawa zależności tych czynników nie udało się określić.

Następne doświadczenia dowiodły, że przy wybuchu niewielkiego ładunku (od 1—10 kg) zależność tę można ująć we wzór: $d = k\sqrt{A}$, gdzie d jest odległością przenoszenia, A — ciężarem ładunku czynnego, k — jest odległ. przenoszenia przy wybuchu 1 kg i ma następujące wartości liczbowe: 93% dynamit opakowany w pergamin — $k = 1$ m; ten sam dynamit w skrzyni drewnianej — 0,6 m; w opakowaniu metalowem — 2 m; sucha piroksylina — 0,3 m; melinit prasowany — 1 m.

Dla ładunków, dochodzących do kilkuset kilogramów, badania uczonych niemieckich w początkach bieżącego stulecia z dynamitem żelatyn. doprowadziły do wzoru cokolwiek innego, a mianowicie: $d = k\sqrt[3]{A}$; badania zaś z kwasem pikrynowym w czasie wojny światowej przez uczonego franc. M. Burlota (Memorial d'Art. Franc. 1930) potwierdziły raczej dokładność wzoru pierwszego (do 1000 kg); dopiero dla większych ilości mat. wyb. bliższym prawdy jest wzór drugi. (Badano skutki wybuchu w Grand Arles dnia 4. VI. 18 r., gdzie znajdowało się 6500 tonn mat. wyb.).

Natomiast działanie burzące wybuchu obserwuje się na znacznie większych odległościach; stosować tu można ten sam wzór: $d = k\sqrt{A}$, lecz k (odległość burzenia przy wybuchu 1 kg) wynosi: dla prochu czarnego — 7 m; dla melinitu — 10 m; dla silniejszych mat. wyb. — 13,3 m (są to dane francuskie). Wg. danych niemieckich: dla nitrogliceryny i dynamitu — 16,6 m; dla innych mat. wyb. i prochu czarnego — 10 m; w razie istnienia obwałowań spółczynniki te

obniżają się do 2,9 i 1,75 m. Wg. przepisów niemieckich z r. b. bezpieczne odległości w metrach przy składnicach mat. wyb. wynoszą:

Ilość mat. wyb. kg.	dla domów mieszk.	dla kolei żelaznych	dla dróg publiczn.	wewnątrz składnicy
100	140	75	40	30
500	310	185	90	60
1000	375	225	115	75
2000	445	265	135	95
5000	545	330	165	125
10000	650	390	200	155
50000	1100	660	330	265
200000	1600	960	480	400

Przytoczona tabela nie odpowiada powyższym wzorom (wpływ *k* zmienny).

3. *O konserwacji sprzętu art. z oporopowrotnikami hydraulicz-no-pneumat.* — Gorochow. Praktyka dowiodła, że cylindry oporników i powrotników oraz ich tłoczyska zostają zniszczone przeważnie na skutek korrozji (rdzewienia), niewielki tylko odsetek zniszczeń pochodzi z powodu zużycia naturalnego. Chociaż płyn opornikowy składa się zasadniczo z roztworu gliceryny w wodzie z dodaniem ługu sodowego, jednak znajdują się w nim jeszcze ślady innych ciał, które wywierają wpływ na metal; podobnież w skórze szczeliwa istnieją pozostałości z jej obróbki, które wywołać mogą rdzewienie. A zatem główną przyczyną wyżerania tłoczysk i cylindrów jest kwasowość mieszanin, powstająca od zetknięcia się płynów z powietrzem lub skórą, oraz pozostałości w glicerynie. Dotychczasowe doświadczenia nie doprowadziły jeszcze do całkowitego zabezpieczenia omawianych części oporników od zniszczenia. Najlepiej jednak zapobiega temu należyte przechowywanie i pielęgnacja; przy niedocenianiu znaczenia konserwacji i na skutek niedbalstwa — całe twory ulegają zniszczeniu.

O ile na to pozwala system konstrukcyjny, części opornikowe lepiej jest przechowywać próżne (odnosi się to zwłaszcza do płynu glicerynowego); oporniki nienapełnione powinny być dobrze wyczyszczone warstwą smaru działowego. Zbiorniki powietrzne powinny być pokryte od wewnątrz roztopionym smarem działowym (przy 50—60°C); w razie potrzeby doprowadzenia do stanu bojowego, należy przepłukać je wodą gorącą. Ponadto należy: co 3 miesiące wyciągać tłoczyska i sprawdzać cylindry oraz odnawiać smarowanie, po ewent. usunięciu rdzy. Dużą pewność dobrej konserwacji daje sposób napeł-

niania wszystkich cylindrów olejem wrzecionowym, — lecz jest to środek drogi i dość kłopotliwy przy doprowadzaniu do stanu bojowego. Przy opornikach, przechowywanych w stanie napełnionym, należy unikać przestrzeni powietrznych, i tu również co miesiąc trzeba badać stan tłoczysk, a raz do roku poddać oporopowrotniki całkowitej rozbiórce; przy czem należy baczyć, aby cylindry i tłoczyska były stale nasmarowane, a zbiorniki powietrzne nie pozostawały ani chwili opróżnionemi. Należy zwracać uwagę na czystość płynów opornikowych i szmat do czyszczenia, oraz unikać kwasów; warsztat, gdzie rozbiera się i składa te części, musi być idealnie czysty. Pielęgnowanie troskliwe oporników jest rzeczą ważną, ze względu na ich odpowiedzialną rolę oraz wysokie koszty wyrobu.

4. *O naprawie sprzętu artyleryjskiego.* — M. Grigorjew.

Rodzaje napraw sprzętu art. w oddziałach dzielą się na 3 grupy: 1. Usuwanie drobnych wad i braków, jak np. pomalowanie miejsc wytartych, uzupełnienie zatyczek, rozciętych pierścieni, rzemyków, zamiana części zapasowych bez rozbiórki i mechanicznej obróbki. 2. Naprawa drobnych uszkodzeń, wymagająca częściowej rozbiórki z pomocą narzędzi puszkarza pułkowego. 3. Naprawa planowa w warsztacie pułkowym, przy całkowitej rozbiórce, — dokonywana co roku na wiosnę i w jesieni. Poprzedzać ją musi dokładny przegląd z zanotowaniem wad w działaniu wszystkich mechanizmów (np. ruchy martwe) i przeanalizowanie ich, co powinno skierować specjalną uwagę na te części przy rozbiórce. Rozbiórka powinna bezwarunkowo odbywać się *przepisowo* i odpowiedniemi narzędziami. Rozebrane części bada się szczegółowo i wyjaśnia się ewentualne przyczyny zużycia (porównanie wymiarów z nowemi częściami lub wg. rysunków i opisów). Ważną rolę gra pomiar sprężyn. Części zużyte podlegają naprawie lub zamianie. Poczem następuje montowanie wg. przepisów i oględziny. Wreszcie — regulacja mechanizmów, wśród których szczególniej ważną jest regulacja oporopowrotnika (sztuczne odciąganie lufy, badanie przy strzelaniu).

5. *Przechowywanie amunicji artyleryjskiej.* Należyta organizacja przechowywania i przewozu amunicji ma znaczenie nie tylko ze względu na bezpieczeństwo, lecz potrzebna jest również celem zachowania jakości amunicji, czyli zapewnienia skutecznego jej działania, a przez to zmniejszenia zuzycia oraz — zapobiegania nieszczęśliwym wypadkom. Zasadniczemi warunkami przechowywania są: 1. Zabezpieczenie od pożaru. 2. Zachowanie środków ostrożności w manipu-

lowaniu: a) Zabezpieczenie od wstrząsów i uderzeń przy układaniu, przenoszeniu lub przewożeniu; b) Prawidłowy rozkład w składnicach (możność nadzoru i zachowanie przepisów wspólnego przechowywania); c) Niedopuszczalność rozładowywania w oddziałach; d) Zabezpieczenie od promieni słonecznych (ładunków prochowych) i nadzór nad stałością prochów; e) Ostrożne obchodzenie się z prochem dymnym i innemi materjałami wybuchowemi; f) Dokładne oddzielenie amunicji ćwiczebnej i ślepej od ostrej. Konserwacja różnych części amunicji wymaga swoistego obchodzenia się z nimi: np. skorupy pocisków chroni się przed uszkodzeniami mechanicznemi i rdzewieniem (zwłaszcza takie części, jak pierścienie wiodące lub zgrubienia środkujące), bo to może pociągnąć za sobą nieprawidłowości przy strzelaniu, lub uszkodzenia przewodu lufy. W czasie transportu należy zwracać szczególną uwagę na zabezpieczenie pierścienia wiodącego oraz na szczelne umieszczenie naboi zespolonych w opakowaniu (wykręcanie się zapalników, rozluźnienie osadzenia pocisków w łuskach). Ważnym szczegółem jest zabezpieczenie ładunku wewnętrznego od wilgoci (zwłaszcza w szrapnelach). Ładunki powinny być zabezpieczone od wahań temperatury i od zbyt wysokiej temperatury: 25 — 30° C jest już temp. niepożądaną, przy 60° C proch traci wybitnie swą stałość i może dojść do samozapłonu. Wymagane jest hermetyczne opakowanie aż do chwili użycia. Zapalniki również wymagają szczelności, aby nie zawiodły. Hermetyczność skrzynek cynkowych powinna być sprawdzana.

Prawidłowość wykorzystania amunicji zależy od należytego jej kompletowania (pocisk, ładunek, zapalnik, ładunki dodatkowe, sole do gaszenia płomienia) oraz dobierania ciężarów pocisków i seryj prochu. Przy strzelaniu zwrócić należy uwagę na znakowania pocisków, na czystość powierzchni pocisku przy załadowaniu, na dosyłanie pocisku do stożka przejściowego i prawidłowe zastosowanie ładunków częściowych. Ładunki ślepe nie powinny mieć wciśniętych w łuskę szmat ani kawałków drewna, bo pociąga to za sobą uszkodzenia sprzętu i niebezpieczeństwo dla obsługi.

6. *Pocisk karabinowy z żelaza.* Pociski kb. z płaszczem żelaznym były używane w Anglji przed wojną światową. Ich cech dodatnich dowiodła wojna, gdy okazał się brak metali kolorowych. Po wojnie w wielu krajach przyjęto pociski z płaszczem żelaznym zamiast melchjorowego; płaszcz ten bywa platerowany melchjorem lub tombakiem. Taki zabieg chroni pocisk przed rdzewieniem i zmniejsza zużycie prze-

wodu lufy, chociaż go zamiedza, ponadto wyrób pocisków platerowanych jest trudniejszy i droższy. Tańszym zatem jest pocisk z płaszczem czysto żelaznym lub stalowym, a przez zastosowanie domieszki odpowiedniego stopu unika się osadu metalu w lufie. Pocisk z rdzeniem ołowianym i płaszczem żelaznym jest celniejszy od pocisku z płaszczem melchjorowym. Jeszcze łatwiejszym do wykonania i tańszym jest pocisk masywny żelazny, przy czem okazuje się on celniejszym, wytrzymalszym przy przebijaniu, lepszym przy strzałach z odbicia, dozwala na stosowanie większych szybkości lotu (pocisk franc. D wz. 05 bronzowy, platerowany tombakiem, dopuszcza $V_0 = 700$ m/s.). Ujemną cechą jest wydłużony kształt pocisku, ze względu na wymagany ciężar, co powoduje większą czułość na wpływ wiatru bocznego i prędszą stratę szybkości lotu. Do odegłości 100 m zachowuje się jednak należycie. Wobec szybkiego zużycia amunicji w czasie wojny — rdzewienie nie gra tu dużej roli. Pociski takie wykonywa się tłoczeniem. Lufa kb. as. wytrzymuje ponad 10.000 strzałów pociskiem z płaszczem czysto stalowym. Zastosowanie pocisków przeciwczogłowych z żelaza wymaga jeszcze prób (kształt, ciężar, tworzywo).

7. *Motoryzacja artylerji.* Oto ogólny przegląd dzisiejszego stanu tego zagadnienia:

a) *Artylerja bataljonowa.* Zwolenników motoryzacji tej artylerji jest mniej niż przeciwników; jednak należy wziąć pod uwagę niebezpieczeństwo dla pociągu konnego w pierwszych linjach ze względu na zagazowanie, transport zaś siłą ludzką nie zawsze jest możliwy. W każdym razie motorowe podwozia tu się nie nadają. W Anglji, Francji i Stanach Zjednoczonych używają do przewozu działek i moździerzy piechoty oraz ich amunicji tankietek (działko załadowane lub ciągnione).

b) *Artylerja pułkowa (towarzysząca).* Siła motorowa używa się w postaci próbnych zastosowań. Przykładem jest działo motorowe kołowo-gąsienicowe St. Chamond, lub ameryk. armata polowa na motorowem podwoziu gąsienicowem, wreszcie — ang. hb. piechoty na wózku gąsienicowym albo na podwoziu gąsienicowem w postaci przyczepki. Obsługa przewozi się na przyczepkach gąsienicowych lub na samochodach Kegresse.

c) *Artylerja dywizyjna i korpusowa.* Przeważnie stosuje się w art. dyw. ciąg konny, w art. korp. — mechaniczny. Lecz i tu już widzimy coraz to większe zastosowanie motoru; w wojsku angielskiem

planuje się przejście na ciąg mechaniczny dla połowy art. dyw. w niedługim czasie i działa dywizyjne dostosowuje się do tego rodzaju trakcji (zawieszenia elastyczne, wózki nośne, obręcze gumowe).

d) *Ciężka artylerja armji.* Wszędzie posiada ciąg wyłącznie mechaniczny, pod postacią ciągnika gąsienicowego, pół-gąsienicowego lub wozu terenowego; szybkość jazdy dochodzi do 80 km/g. (amer. hb. 8"). Działa najcięższe, np. 300 mm, posiadają podwozia gąsienicowe z popędem benzynowo-elektrycznym (silnik benzynowy i prądnica na ciągniku, silnik elektryczny na podwoziu działa), dla transportu dalszego stosuje się wozy kolejowe. Działa próbne motorowe 155—240 mm nie znalazły zastosowania praktycznego.

e) *Artylerja przeciwlotnicza.* Prawie wyłącznie posiada ciąg mechaniczny: szybkobieżne ciągniki, przyczepki dwuosiowe, podwozia trzyosiowe.

f) *Artylerja związków zmechanizowanych.* Zasadniczo stosuje się art. na podwoziach motorowych, częściowo na przyczepkach.

Z powyższego zestawienia widać ogólne dążenie do zastosowania silnika do wszelkich typów artylerji.

8. *Korektor Sperry.* — M. Łobanow. Przyrząd, wprowadzający mechanicznie poprawki do nastawienia aparatu podsłuchowego, wynikające z opóźnienia dźwięków, wpływu wiatru oraz rozwarcia (różnica stanowisk apar. podsł. i reflektora). *Opóźnienie dźwięku,* wywołanego przez samolot, wymaga poważnych poprawek, dochodzących do 24^0 (przykład: odległość samolotu 8 km, szybkość 50 m/s., szybkość dźwięku 332 m/s.; do chwili, gdy dźwięk dojdzie do ap. podsł. upłynie 24 sek., i samolot przeleci odległość 1200 m). Poprawka w kierunku $\varphi_\alpha = \omega_\alpha R/C$, poprawka w kącie położenia $\varphi_\varepsilon = \omega_\varepsilon R/C$, gdzie ω — szybkość kątowa, R — odległość samolotu, C — szybkość dźwięku (przyjęta w tym wypadku 340 m/s).

Odległość R określa wysokościomierz korektora. Poprawka *na wpływ wiatru* wyraża się wzorem:

$$\Theta_\alpha = \frac{W \sin \alpha_\omega}{0{,}0174\ C \cos \varepsilon} \quad \text{oraz:} \quad \Theta_\varepsilon = \frac{W \sin \varepsilon \cos \alpha_\omega}{0{,}0174\ C}.$$

gdzie W jest to szybkość wiatru, α_ω — kąt między kierunkiem wiatru a kierunkiem aparatu podsł.; ε — kąt położenia; 0,0174 — stała przyrządu; przy W = 12—13 m/s. poprawki dochodzą do 9^0. Poprawki *na paralaksę* (rozwarcie) wynikają z potrzeby odsunięcia aparatu

podsł. od reflektora na 120 m, aby hałas reflektora nie przeszkadzał w pracy podsłuchujących i wyrażają się wzorem:

$$\Psi_{\alpha} = \frac{B \sin \alpha_b}{0{,}0174\ R \cos \varepsilon} \quad \text{oraz:} \quad \Psi_{\varepsilon} = \frac{B \sin \varepsilon \cos \alpha_b}{0{,}0174\ R};$$

gdzie *B* — podstawa: reflektor-aparat podsłuchowy, α_b — kąt między kierunkiem tej podstawy a kierunkiem aparatu; poprawki te dochodzą do 30°. Do rozwiązania powyższych wzorów przyrząd posiada 4 osobne zespoły mechanizmów (poprawki kierunków od działania wiatru i rozwarcia wprowadza się ręcznie na podstawie tabel), złożone z systemu prętów, dźwigni, wodzideł, kół zębatych i t. p. części. Szybkość wiatru *W* wprowadza się na podstawie danych meteorologicznych (na podstawie wiatru przy ziemi i na wysokości celu otrzymuje się na tarczach aparatu wiatr balistyczny). Szybkość kątowa samolotu uwzględnia się przez śledzenie za celem za pomocą urządzenia, złożonego z pompek, turbinek powietrznych i miechów z blachy miedzianej. Wszystkie zesumowane poprawki korektora wykazane zostają ostatecznie na 2-ch skalach (azymut i kąt położenia).

Obsługę stanowi 2-ch ludzi, którzy przekazują odczytane poprawki spółrzędnych akustycznych na komparator, uzgadniający działanie aparatu podsłuchowego i reflektora (p. Przegl. Art. III. 31 r. str. 352). Korektor umocowany jest na platformie aparatu podsł. i połączony jest z nim 2-ma wałami.

Korektor Sperry posiada następujące cechy ujemne: niezupełną dokładność realizowanych wzorów (wartości przybliżone), wielką złożoność konstrukcji (naprawa w wytwórni), wysoką cenę, rozregulowanie się mechanizmu opóźnienia dzwięku i ciągłe wahania skali poprawek opóźnienia (czułość miechów miedzianych).

9. *Przewóz artylerji na samolotach.* — S. Surowcew (wg. Field. Art. Journ. VII. 33). Pierwsze wiadomości o zastosowaniu samolotów do transportu artylerji pojawiły się w 1931 r. (p. Przegl. Art. X. 31 r., str. 266), — był to przewóz baterji haubic górskich 75 mm, dokonany w St. Zjed. Poprzednio próbowano przewozić zawieszone pod samolotem działa pojedyńcze małych kalibrów. W 1933 r. w czasie manewrów nad kanałem Panamskim przewieziono drogą powietrzną cały dywizjon art. górskiej wraz z obsługą i sprzętem; haubice w stanie rozebranym na części załadowane były na bombowce, którym towarzyszyły samoloty myśliwskie i zwiadowcze. Szybkość lotu wynosiła 160 km/g. Stan dyonu wynosił: 12 hb. i 75 ludzi. Odległość transportu — 50 km; poczem samoloty wylądowały, haubice zmontowano

i siłą ludzką przeciągnięto na stanowisko, odległe o 360 m. Po upływie 39 minut od chwili startu rozpoczęto ogień. Następnie w ten sam sposób przewieziono dyon powtórnie na odległość 50 km, na inne stanowisko; a więc w ciągu 6 godz. dyon 2 razy zmieniał stanowiska i spełniał przeznaczone mu zadania. Przejście w położenie bojowe haubic górskich wymaga 3 minuty (9 części); ciężar działa 576 kg. Części działa ułożone były w samolocie na platformie dla bomb i przywiązane sznurami. Należałoby dostosować samoloty do przewozu jednej haubicy z amunicją i przyborami oraz 7 ludzi obsługi. Doświadczenia powyższe dowiodły całkowitej możności użycia samolotów jako środka zwiększenia ruchliwości strategicznej artylerji polowej.

10. Artylerja łodzi podwodnych. — W. Surin. Pierwsze łodzie podwodne, biorące udział w wojnie światowej, nie posiadały artylerji. Niemcy pierwsi wprowadzili arm. małokalibrowe 37—50 mm, mające na celu zmuszać okręty handlowe do zatrzymania się dla dokonania ich rewizji. Szybkobieżne okręty handl. (do 14 węzłów), starające się umknąć przed łodziami podw., zmusiły do użycia większych i więcej dalekonośnych kalibrów; wprowadzono zatem armaty 88 mm. Stosowanie zaś czynnego oporu przez statki handlowe, które otrzymały artylerję starych wzorów, zmusiły do dalszego powiększenia kalibru, i z początkiem 15 r. Niemcy uzbroili swe łodzie w armaty 105 mm do walki z mniejszemi okrętami wojennemi. Łodzie podw. francuskie i angielskie posiadały głównie arm. 65 i 75 mm. W próbach były ang. podwodne monitory z działem 12″, strzelającem z kadłuba, pogrążonego do połowy; statki tego typu zostały jednak wkrótce wycofane, a część ich utonęła w czasie pokoju. Od 1916 r. niektóre łodzie podw. otrzymały dla obrony od samolotów arm. plot. 76—88 mm (znany jest jedyny wypadek strącenia przez łódź podwodną U. 33 samolotu na morzu Czarnem). W ciągu 11 miesięcy 17 roku (nieograniczona wojna podwodna) odbyło się 1825 artyl. ataków niem. łodzi podw. na okręty handlowe; np. łódź U. 35 zatopiła 41 statków swoją artylerją (w 2-ch tylko wypadkach użyto torped). Amunicją do art. łodzi podw. służyły granaty uderzeniowe i półpancerne; odległość walki wynosiła 11 — 13 km.

W drugiej połowie wojny większe łodzie franc. otrzymały arm. 105 mm L/45 z donośn. 15,5 km i szybkostrzeln. 8 na minutę, angielskie zaś — arm. 102 mm; amer. łodzie miały na uzbrojeniu od samego początku arm. pl. 76 mm. W okresie powojennym, nowe typy łodzi podw. zagranicą otrzymały zasadniczo arm. 100 i 105 mm, prócz tego

arm. plot. 40 — 100 mm oraz w pewnych razach arm. ciężkie 120 mm (Japonja) i 127 mm (St. Zjed.) z donośn. 16 km. Wielkich rozmiarów krążowniki podw. Francji, St. Zjed. i Anglji otrzymały nawet arm. 132 mm (po 4 sztuki), 152 mm oraz 203 mm (po 2 sztuki). Zwykłe uzbrojenie art. stanowi 1—2 dział, wyjątkowo tylko więcej, po za tem umieszcza się k. m., zwykle ciężkiego kalibru (13 mm). Rozmieszczenie artylerji na łodziach podw. zależy od dążenia do otrzymania dużych kątów ostrzału i od zmniejszenia oporu przy ruchu pod wodą.

11. Zużycie się luf działowych i środki zapobiegawcze. — K. Kowalskij. Długotrwałość lufy określa się ilością strzałów do chwili określonego spadku szybkości początkowej, ciśnienia oraz celności, ewent. przebijalności na określoną odległość. Sprawa przedłużenia czasu służby lufy wobec stosowania zwiększonych ciśnień i szybkości początkowych, nabrała większego znaczenia, ze względu na obciążenie wytwórni dział w czasie wojny. (W czasie wojny światowej zostało zniszczonych od zużycia 8000 arm. fr. 75 mm). W żadnej dziedzinie techniki nie ma się do czynienia z takiemi procesami, jakie odbywają się w przewodzie lufy w chwili strzału, kiedy ciśnienie przekracza np. 3000 atm., a temperatura dochodzi do 3000° C, przebieg zaś procesu trwa zaledwie tysięczne części sekundy.

Czynniki fizyczne i chemiczne zjawiska strzału, które wpływają na zużycie się lufy, są następujące: 1. Termiczne działanie nagrzanych gazów. 2. Mechaniczne działanie sprężonych gazów za pociskiem. 3. Fizyko-chemiczne działanie produktów spalenia. 4. Przerwanie się gazów między pociskiem a ściankami przewodu. 5. Naprężenia mech., i tarcie przy wrzynaniu się pierścienia wiodącego w brózdy i pola. 6. Naprężenia, tarcie i nagrzewanie od nacisku pierścienia wiodącego na krawędzie pól przewodu. 7. Tarcie między zgrubieniem środkującem a przewodem lufy. 8. Sposób ładowania, konstrukcja i ciężar pocisku oraz konstrukcja lufy, system gwintów, pochylenie stożka przejściowego, sposób uszczelniania naboi i t. p. 9. Warunki konserwacji: czyszczenie, smarowanie, odmiedzanie i t. p. 10. Tempo ognia.

Wobec takiej rozmaitości czynników zużycia o dużem napięciu, współdziałających nieraz w czasie i przestrzeni, dotychczasowe doświadczenia laboratoryjne i techniczne okazują się niewystarczającemi dla rozwiązania wielu spraw, związanych ze zjawiskami strzału i zużycia lufy. Z tego też powodu powstały liczne hipotezy i teorje o zużyciu i wypaleniu luf, nieraz wzajemnie sprzeczne.

Oto niektóre z nich: 1. Przy wysokich temperaturach spalają

się cząstki węgla i metalu; hipoteza ta upadła, bo nie wyjaśnia, dlaczego większe kalibry prędzej się zużywają, przy tem samem ciśnieniu, ani skąd powstają w przewodzie przywarte cząstki stali i miedzi. 2. Cementowanie (nawęglanie) ścianek, sprawdzone doświadczeniem, przyrost bowiem węgla w lufach kb. dochodzi do 84%, w lufach am. 76 mm — 46%, w lufach am. 107 mm — 18% (przyrost azotu 57%). Jednak analiza kruchych powierzchniowych wiórek, które trzeba oddzielić od pozostałej masy metalu, jest bardzo utrudniona, przybliżona i niepewna ze względu na domieszki, wypełniające rysy i pęknięcia. 3. Wg. Charbonniera wypalanie jest skutkiem mechanicznego ścierania cząstkami wirujących gazów; sprawdzono to doświadczalnie w dyszach metalowych, lecz hipoteza ta nie wyjaśnia wszystkich zjawisk zużycia. 4. Wg. prof. Czernowa — od ciągłego rozszerzania się i zwężania cząstek wewnętrznej powierzchni przewodu powstają rysy, rozszerzane następnie stopniowo uderzeniami płomienia gazów. 5. Hipoteza Nobla opiera się na działaniu jednoczesnem temperatury i ciśnienia. 6. Vieille widzi przyczynę pękania wewn. powierzchni w silnem hartowaniu pod wpływem tlenku węgla. 7. Sury opiera się na porywaniu cząstek metalu prądami gazów, pędzącemi z szybkością 2000 m/s. 8. Zjawiska mechaniczne: szybkie odkształcenia w postaci wibracyj promieniowych, wraz z działaniem zewnętrznych wzmocnień, mogą doprowadzić do przekroczenia granicy sprężystości metalu (inż. Martin), — zmęczenie tworzywa. W każdym razie, wyżej przytoczone przyczyny powodują pewne zmiany w metalu, w warstwach wewnętrznych ścianki lufy, a mianowicie: 1. Tworzy się kora wypalenia, czyli bardzo twarda warstwa grubości części mm o zmienionej strukturze (martenzyt). 2. Tworzy się siatka rys. 3. Osadzają się cząsteczki miedzi i stali; pola zostają zgniecione i odłupane, oraz zachodzą zmiany średnicy przewodu. Ponadto zachodzą głębsze zmiany fizyko-mechanicznych własności metalu sięgające aż do zewnętrznego obwodu.

Zużycie luf charakteryzuje się spadkiem szybkości początkowej, kątowej szybkości wirowania pocisku, celności, dużym rozrzutem szybkości i ciśnień, nieprawidłowym ruchem pocisku w przewodzie, pojawieniem się płomienia wylotowego przed pociskiem i t. p. Osadzenie się miedzi i stali oraz zużycie się początku gwintów prowadzić może do wybuchu pocisku w lufie. Przeczyszczenie i oszlifowanie lufy przyczynia się do poprawy celności i do przedłużenia długotrwałości lufy.

Środkami konserwacji luf w oddziałach są: częste smarowanie

(w kalibrach mniejszych w czasie przerw w strzelaniu, w kalibrach większych — po każdym strzale), przy użyciu do tego celu towotu, smaru działowego, wazeliny; następnie — używanie w miarę możności ładunków zmniejszonych (1 strzał ładunkiem pełnym zużywa lufę tyle, ile 4 strzały ładunkiem ¾, lub 16 strzałów ład. ½); umiarkowane tempo ognia z przewietrzaniem lufy; czyszczenie dokładne zaraz po strzelaniu oraz po upływie 3—4 dni.

12. O torach i rozrzucie pocisków broni małokalibrowej. — I. Jaroszewicz. Przy ogniu do samolotów lub czołgów wraz z amunicją bojową (pociski lekkie, ciężkie lub pancerne) używa się pocisków smugowych; lecz wobec różnego ciężaru, kształtu i szybkości początkowej tych 4-ch rodzai amunicji — tory ich będą różne. Autor zajmuje się rozważaniem tych różnic kolejno, w razie strzelania pociskami smugowemi jednocześnie z 3-ma innemi typami amunicji. Przebieg rozumowania jest następujący: a) Biorąc różne odległości od 100 do 1200 m (granica smugi), autor przytacza tablicę i wykres kątów rzutu tych 4-ch rodzai pocisków. Z tych danych wynika, że kąty rzutu poc. panc. są zgodne z kątami poc. smugowych na odległ. 100 — 400 m i 1000 — 1200 m, na innych odległ. różnią się o 1—2′; najwięcej zaś różnią się kąty poc. ciężkiego (2—8′), a średnio-lekkiego (1—7′). b) Obliczając położenie średniego punktu trafienia na różne odległości, autor dochodzi do wniosku, że wszystkie te punkty średnie wypadają niżej od śr. p. pocisków smugowych, przy czem najmniej odchyla się punkt traf. pocisku pancernego (do 0,5 tys.), następnie poc. lekkiego (do 2,0 tys.) i ciężkiego (do 2,5 tys.). Stąd wynika, że tor pocisku pancernego prawie nie różni się od toru poc. smugowego, natomiast strzelanie jednoczesne pociskiem lekkim lub ciężkim wymaga wprowadzenia poprawek wysokości, tor bowiem poc. smug. jest więcej płaski od torów pocisków innych. c) Strzelając z k. m. Maxima na podstawie Sokołowa, autor określił rozrzut omawianych rodzai pocisków, biorąc jako ocenę promień rozrzutu prawdopodobnego (50%) i całkowitego (100%) dla pocisków zaś smugowych — 8 prawdop. uchyleń wzwyż i 8 prawdop. uchyleń wszerz (prawo rozrzutu tego pocisku zbliża się raczej do rozrzutu równomiernego niż do prawa Gaussa). Największe skupienie daje poc. ciężki, dalej następuje lekki, a na końcu smugowy i pancerny. d) Biorąc pod uwagę cel o wymiarach 3 × 3 m², to jest większy niż samolot lub czołg, autor oblicza na odległość 500 m prawdop. trafienia do tego celu, przyjmując, że średni punkt trafienia pociskiem smugowym leży w środku celu. Wówczas pole rozrzutu poc. lekkich całe mieści się w obrębie celu, a zatem

prawdop. trafienia tym pociskiem wynosi 100%; rozrzut poc. ciężkiego nie mieści się całkowicie w obrębie celu i prawdop. traf. wynosi 85%; pocisk panc. daje również prawdop. trafienia 85%, pocisk zaś smugowy daje 75% trafień prawdopodobnych. Obliczając podobnie dla różnych odległości strzelania, otrzymuje w rezultacie, że najcelniejszy jest pocisk lekki, poczem następuje pancerny, ciężki i smugowy. e) Należałoby zatem opracować pewne przepisy mnemoniczne, któreby uwzględniały niezgodność torów przy strzelaniu różnemi pociskami jednocześnie z pociskiem smugowym, kontrolującym ogień.

13. Reflektor wirujący.—B. Leonow. Niektórych wynalazców pociągała idea t. zw. „świetlnego perpetuum mobile", czyli sposobów oświetlania z pomocą jednego reflektora całej okólnej przestrzeni. Autor dowodzi praktycznej niemożliwości uskutecznienia tego (p. Wojna i Tiechnika, Nr. 234/26 r.). Pomysł tego wynalazku opiera się na t. zw. pamięci wzroku, na czem oparte jest np. urządzenie kinematografu. W fizjologji ma zastosowanie prawo bezwładności, analogiczne do prawa mechaniki: aby otrzymać wrażenie światła, musi narząd wzroku być odpowiednio silnie podrażniony (wymagane jest pewne minimum światło-czułości), otrzymane zaś podrażnienie pozostawia po sobie ślad przez czas pewien, zanim nie zaniknie z powodu pewnego „tarcia" w nerwach czucia. Pamięć wzroku trwa $^1/_5$ — $^1/_{30}$ sek., malejąc szybko w natężeniu; a zatem pojawienie się pewnego obrazu i znikanie jego co $^1/_{20}$ sek. daje wrażenie ciągłego jego istnienia. Zbyt krótkotrwałe podrażnienie nie wywołuje reakcji, dla tego np. nie spostrzegamy lecącego pocisku (Pamięć dzwięku trwa $^1/_{60}$ sek., pamięć dotyku — $^1/_{1000}$ sek).

Teoretycznie zdawałoby się uzasadnione ustawienie reflektora na pionowej osi szybko wirującej, któryby tym sposobem oświetlał pole o średnicy 2—3 km, czyli z nocy czyniłby dzień (w zastosowaniu np. do strzelania nocnego plotn.). W praktyce jednak wynikają różne trudności. Obliczmy przedewszystkiem wymaganą ilość obrotów takiego wirującego reflektora. Kinematograf niemrugający daje na sekundę 15 obrazów, a przesłonka objektywu z 3-ma wycięciami obraca się 45 razy na sek., czyli 2800 na minutę. Lampa łukowa o prądzie zmiennym, aby nie mrugała, musi mieć ponad 50—60 okresów na sek., przy czem jednak szybko ruchome przedmioty wydają się zwielokrotnionemi. A zatem reflektor musi mieć conajmniej 50 obrotów na sek., czyli 3000 na minutę. Jeżeli wymiar reflektora metalowego wynosi w średnicy 45 cm, ciężar 1960 kg, odległość środka ciężk. od osi obro-

tu 17 cm, to otrzymamy naprężenie tworzywa w wysokości 21.600 kg/cm^2, co przekracza naprężenie dopuszczalne 36-io krotnie. Reflektor taki mógłby wytrzymać zaledwie 410 obr./min., co jednak nie dałoby rownomiernego potoku światła. Można wyjść jednak z innej zasady, stosując obrót nie reflektora, a odbijającego pod kątem 45^0 zwierciadła, lecz wtedy siły odśrodkowe, działające na zwierciadło, starają się ustawić je poziomo, i system nie będzie zrównoważony. Jeżeli zwierciadło załamać, — otrzyma się 2 potoki światła i możność dwukrotnie wolniejszego ruchu obrotowego (siła światła dwukrotnie zmaleje). Jeżeli pod reflektorem, umieszczonym osią swoją pionowo, podstawimy zwierciadło kształtu 4-ro bocznej piramidy, — otrzyma się 4 potoki światła, skierowane w 4 strony, lecz 4-ro krotnie słabsze, przy 4-ro krotnie wolniejszem wirowaniu. Postępując tak dalej, otrzymamy zwierciadło stożkowe, nieruchome; sił odśrodkowych niema, obliczenie na wytrzymałość jest zbyteczne. Lecz jaka będzie siła tak rozproszonego światła? Prawo optyki daje na to odpowiedź: migające źródło światła daje wrażenie takiej siły światła, jakieby wynikło, gdyby istotną siłę światła rozdzielić równomiernie na cały okres światła i mroku. Weźmy przykład: amer. reflektor Sperry, o średnicy 1500 mm posiada siłę światła 800 miljonów świec norm., stożek rozsiewu smugi 1,5^0. Jeżeli obracać reflektor z szybkością 3000 obr./godz., to jasność oświetlonej przestrzeni będzie mniejsza $\frac{360}{1{,}5} = 240$ razy, i pozorna siła światła wyniesie 3.333.333 św., a na obwodzie o promieniu 2 km jasność będzie równa $\frac{3.333.333}{2000^2} = 0{,}833$ luxa (lux — siła światła 1 świecy stearynowej w odległ. 1 m), podczas gdy jasność oświetlenia zaułków powinna wynosić 0,5 — 1 luxa (pełnia księżyca daje 0,25 luxa). Obliczenia te potwierdzają również doświadczenia, dokonane z fotometrem i migawkami.

W. V.

SPRAWOZDANIA I RECENZJE.

Fabrykacja łusek działowych. M. Soto, ppłk. art. hiszpańskiej. (Memorial de l'artillerie française, zeszyt 1/33 r.).

§ 1. Nowy niemiecki sposób fabrykacji łusek wszystkich kalibrów.

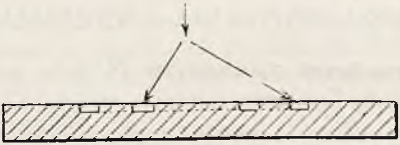
W chwili oddania strzału maximum natężenia pracy mosiądzu łuski powstaje w kierunku poprzecznym, ponieważ łuska dąży do powiększenia swej średnicy pod wpływem gazów prochowych.

Przy obecnie przyjętym sposobie fabrykacji łusek, przyjmując pod uwagę sposób walcowania metalu przy różnych operacjach, zniekształcone kryształy metalu posiadają dążność do układania się równolegle do osi łuski; jest rzeczą pewną, że kompletne wyżarzenie usunęłoby w zupełności tę wadę, wywołując normalną i zupełną rekrystalizację. Jednakże nie wszędzie ono może być stosowane, ponieważ w części łuski koło denka musi być zachowany dość wysoki zgniot, a przeto wyżej wskazane układanie się kryształów metalu powstaje w tej części łuski.

Jeżeliby walcowanie metalu przy różnych operacjach odbywało się w ten sposób, aby kryształy układały się prostopadle do osi łuski, jest rzeczą pewną, że taki układ metalu najlepiej wytrzymywałby pracę, która działa na mosiądz łuski. Wychodząc z tych założeń i dążąc jednocześnie do użycia słabszych od obecnie używanych pras, Niemcy zapoczątkowali obecnie nowy system fabrykacji łusek, który daje bardzo dobre rezultaty. Zalety nowego sposobu fabrykacji łusek zostały potwierdzone porównawczem strzelaniem łuskami, z armat 75 mm: łuski, wyprodukowane obecnie używanym sposobem, wytrzymywały maksymalnie 25 strzałów, podczas gdy łuski, wyprodukowane nowym sposobem, wytrzymywały przeszło po 100 strzałów.

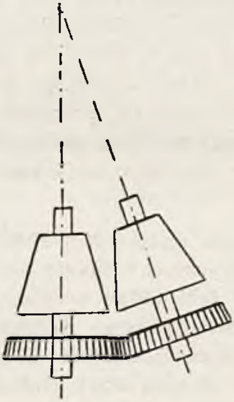
Przebieg operacyj przy nowym sposobie fabrykacji łusek przedstawia się szkicowo jak następuje:

Operacja pierwsza. Operacja ta polega na wyciśnięciu 2-ch współśrodkowych rowków na poprzednio wyżarzonym krążku mosiężnym; rowek bliższy do środka krążka służy do ograniczenia wewnętrznego występu, rowek dalszy ma jedynie na celu ułatwienie formowania kadłuba łuski; prasa potrzebna do tej operacji posiada siłę około 300 tonn (rys. 1).

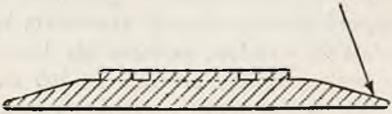


Rys. 1.

Operacja druga. Do tej operacji potrzebne są walce do stożkowatego walcowania (rys. 2); po zakończeniu krążek przyjmuje kształt, wskazany na rys. 3, przyczem rowek, dalszy od środka krążka, znika.



Rys. 2.

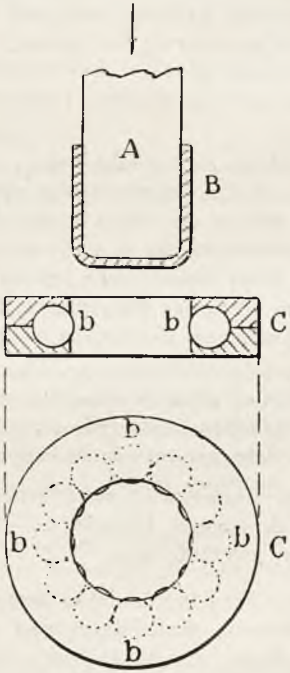


Rys. 3.

Operacja trzecia ma na celu formowanie kadłuba łuski przez wytłaczanie na mechanicznej lub hydraulicznej prasie przy użyciu dostosowanych tłocznika i matrycy. Stożkowaty kształt nadawany krążkowi poprzedniem walcowaniem ułatwia znakomicie formowanie kadłuba, w następstwie czego prasa ta jest znacznie słabsza od prasy, używanej przy zwykłem wytłaczaniu.

Operacja czwarta (rys. 4).

Wytłaczanie niezbędne dla formowania kadłuba łuski i przeciągania go na potrzebną długość, średnicę i grubość.



Rys. 4.

Do prasy hydraulicznej jest wmontowany tłocznik *A*, na który wchodzi naparstek *B*, a zamiast matrycy używa się rodzaju łożyska kulkowego *C* odpowiedniej średnicy, któremu nadaje się powolny ruch

obrotowy. Średnica wewnętrznego koła może być regulowana i zmniejszana w miarę potrzeby; jest ona regulowana przy każdem walcowaniu czy przeciąganiu, i tym sposobem można otrzymać wymagany stopień zgniotu. Tłocznik prasy hydraulicznej posuwa się bardzo powoli, a kulki *b* naciskają z dużą siłą na powierzchnię łuski, i jednocześnie łożysko, zawierające kulki, posiada ruch obrotowy; w wyniku tego wszystkiego kadłub łuski zostaje poddany walcowaniu, zamiast, jak to dotychczas było, przeciąganiu.

Na pierwszy rzut oka wydawałoby się, że kombinacja postępowego ruchu tłocznika z obrotowym ruchem łożyska kulkowego powinna wytworzyć na powierzchni kadłuba łuski cały szereg rys śrubowych; w rzeczywistości rzecz przedstawia się inaczej, i jeżeli postępowy ruch tłocznika jest dostatecznie powolny, rysy są kołowe; ostateczne przeciąganie przy użyciu zwykłego tłocznika i matrycy powoduje kompletne zanikanie tych rys.

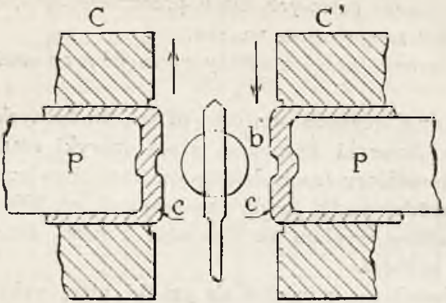
Taki sposób walcowania kadłuba łuski w porównaniu ze starym sposobem posiada zasadnicze i bardzo ważne zalety: przedewszystkiem, metal wskutek swej obróbki otrzymuje bardzo dużą wytrzymałość poprzeczną w chwili oddania strzału, i z tej racji taka obróbka mechaniczna jest idealną; drugą ważną zaletą jest ta okoliczność, że można stosować kilka ciągów, używając tego samego tłocznika i zmniejszając wewnętrzną średnicę matrycy, co wymaga słabszej mocy prasy.

Rozumie się samo przez się, że przy obecnie używanym sposobie fabrykacji można również stosować dowolnie dużą ilość ciągów, lecz każdy ciąg wymaga oddzielnej matrycy, co tylko podraża produkcję, w szczególności przy fabrykacji średnich kalibrów.

Operacja piąta. Formowanie wewnętrznego występu. Pomiędzy dwoma jakiemikolwiek ciągami formuje się wewnętrzny występ, do czego używa się prasy zwykłego typu.

Operacja szósta. Formowanie denka (rys. 5). Wykonywa się ona na maszynie typu tokarni, posiadającej dwa uchwyty; do każdego uchwytu wkłada się łuskę, a w każdą łuskę wchodzi tłocznik *p*, odgrywający rolę kowadła. Pomiędzy dwoma uchwytami, którym zostaje nadany ruch obrotowy, znajduje się stalowa kulka *b*, która jest powoli podnoszona lub opuszczana i która obraca się około swej osi. Jeżeli denka są przyciskane do kulki, formowanie ich odbywa się przez walcowanie metalu kulką i wypełnianie wydrążenia, znajdującego się w uchwycie. Tym sposobem otrzymuje się denko żądane-

go kształtu i jednocześnie nadaje się metalowi bardzo wysoki stopień zgniotu.



Rys. 5.

Rozważania ogolne.

Wyżej wskazany sposób fabrykacji łusek daje doskonałe rezultaty pod względem wytrzymałości łusek.

Nowy sposób fabrykacji łusek jest również wygodnym przy fabrykacji krótkich łusek, używanych obecnie w nowoczesnych działach.

Przy obecnym sposobie fabrykacji wyrób krótkich łusek jest bardzo kosztowny; ponieważ grubość krążka zależy od długości wewnętrznego występu, przeznaczonego do umieszczenia zapłonnika, cały szereg ciągów jest właściwie niepotrzebny i ma na celu zmniejszenie grubości ścianek łuski do przepisowej grubości krótkiej łuski.

Przy nowym sposobie fabrykacji stożkowe walcowanie w drugiej operacji zmniejsza grubość krążka do potrzebnej grubości i tym sposobem odpada pewna ilość ciągów, przez co fabrykacja krótkich łusek jest znacznie tańsza.

Oprócz tego nowy sposób fabrykacji łusek działowych wymaga daleko słabszych pras, co powoduje, że kompletna instalacja wyrobu łusek jest znacznie tańsza.

Uwaga (Dopisek recenzenta).

Autor niesłusznie nazywa wyżej opisany sposób fabrykacji łusek nowym i przypisuje Niemcom pierwszeństwo w jego stosowaniu; sposób wyrobu łusek walcowaniem znany był w Rosji na długo przed wojną światową pod nazwą „sposobu Polte'go" i był stosowany przez wytwórnie. Jest on opisany przez tego profesora Artyleryjskiej Akademji w Petersburgu w jego dziele „Łatunnyje spławy".

Oprócz tego, autor nie wspomina o trzeciej zasadniczej zalecie wyrobu łusek sposobem walcowania, a mianowicie o tem, że wyrób taki zmniejsza ciężar gotowych łusek przeszło o 30%, co jest bardzo ważne dla spraw zaopatrzenia wojska.

§ 2. *Warunki, których należy wymagać przy odbiorze gotowych łusek.*

Na zasadzie licznych studjów, przeprowadzonych w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej przez fabryki amunicyjne, autor podaje warunki odbioru łusek działowych tam obowiązujące.

A. Z każdej partji łusek, zawierającej od 5000 do 25000 szt. zależnie od kalibru wybiera się dowolnie 4 łuski, które poddaje się następującym próbom.

B. Z dwóch łusek wycina się próbki, niżej wskazanego kształtu i poddaje się je próbom na rozerwanie.

C. Z trzecią łuską przeprowadza się badania fotomikrograficzne, które powinny odpowiadać niżej przytoczonym warunkom.

D. Czwartą łuskę poddaje się próbie sublimatowej w celu przekonania się o ewentualnem istnieniu wewnętrznych natężeń.

E. Przyjęcie lub odrzucenie partji łusek ostatecznie zależy od wyników próby strzelniczej.

Próba na rozerwanie (Próba B).

R (wytrzymałość) i *A* (wydłużenie) wykończonej łuski zależą od kombinacji w doborze ilości ciągów i następujących po nich kompletnych wyżarzeń, a w szczególności zależą od stopnia zgniotu nadanego przy ostatniem przeciąganiu, a także od temperatury częściowych wyżarzeń, potrzebnych przy kształtowaniu stożka i szyjki łuski.

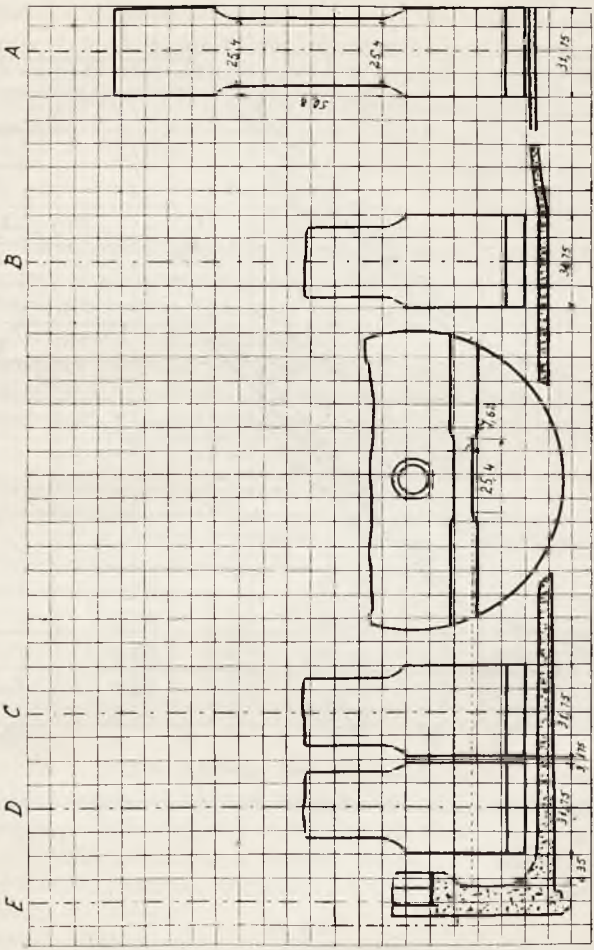
Wyżarzania po ciągach odbywają się przy temperaturze 650° C., przyczem należy zwracać pilną uwagą, aby pod żadnym pozorem wielkość średnicy poszczególnych kryształów nie była większa od 0,8 mm, gdyż w przeciwnym razie wartości *R* nie będą odpowiadały wymaganiom.

Ostatnie przeciąganie łuski odbywa się przy zgniocie nie mniejszym od 80% i ma na celu poprawienie błędów, popełnionych przy niedokładnem obliczaniu ilości ciągów lub przy termicznej obróbce.

Strefy, z których należy brać próbki (rys. 6 i 7).

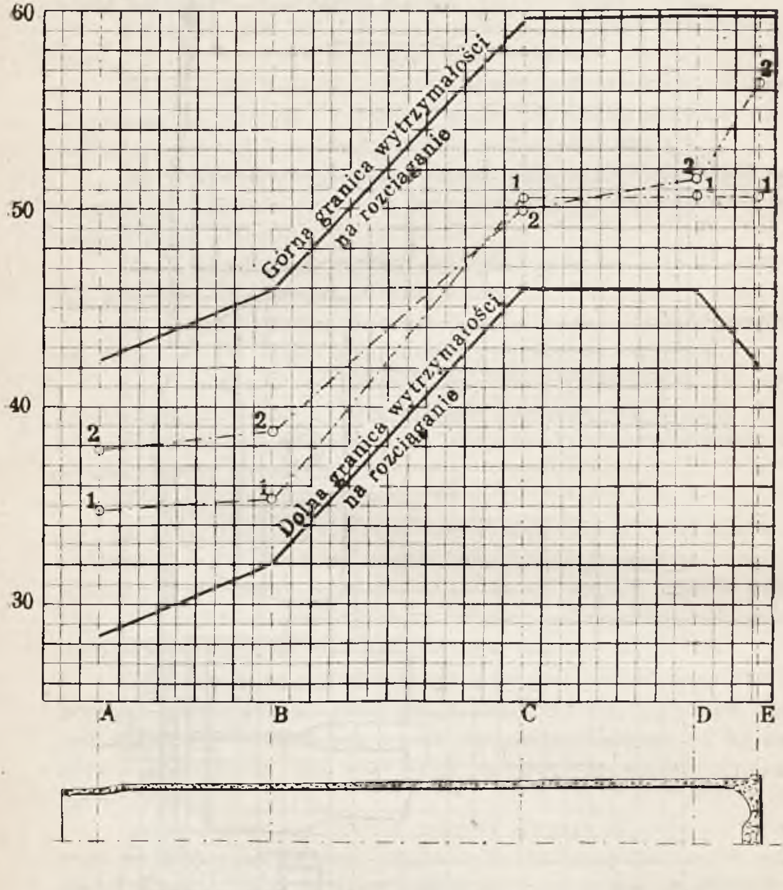
Łuska, niezależnie od kalibru, dzieli się na pięć stref, oznaczonych literami *A, B, C, D* i *E*, z których należy brać próbki.

W każdej strefie należy wziąć próbkę o wymiarach, wskazanych na rys. 6; jeżeli łuska jest zbyt małego kalibru i pobranie próbki



Rys. 6.

o tych wymiarach okaże się niemożliwe, można wziąć próbkę o mniejszych wymiarach. W takim wypadku można porównywać tylko rezul-



Rys. 7.

taty otrzymane dla *R*, gdyż rezultaty dla *A* zależą od wymiarów próbki.

Zdaniem autora można ograniczyć się tylko do porównania wyników badań wytrzymałości *R*, gdyż wydłużenie *A* jest ściśle zwią-

zane z wytrzymałością, jeżeli skład chemiczny mosiądza odpowiada stawianym wymaganiom.

Jeżeliby jednakże wypadało koniecznie otrzymać wyniki badań wydłużenia *A*, a nie można byłoby otrzymać próbki wymaganych wymiarów z powodu zbyt małego kalibru łuski, należałoby w takim razie określić wymiary próbki z prawa podobieństwa, które można wyrazić wzorem:

$$L = L_1 \frac{\sqrt{S}}{\sqrt{S_1}},$$

gdzie L_1 jest mierzoną długości wzorcowej próbki,

S_1 jest przekrojem wzorcowej próbki,

S jest przekrojem próbki, na którą zezwalają wymiary łuski,

L jest poszukiwaną długością.

Graniczne wartości wytrzymałości *R*, oraz przekroje próbek, które należy przyjąć za wzorcowe, dla wypadków obliczania wymiarów próbki według prawa podobieństwa są podane w następującej tablicy.

Strefy	minimalna wartość *R* w kg/mm²	maksymalna wartość *R* w kg/mm²	przekrój wzorowej próbki w mm
A	28,40	42,40	25,4 × 1,75
B	40,00	46,00	25,4 × 1,80
C	46,00	59,90	25,4 × 2,00
D	46,00	59,90	25,4 × 2,01
E	42,30	59,90	7,62 × 7,77

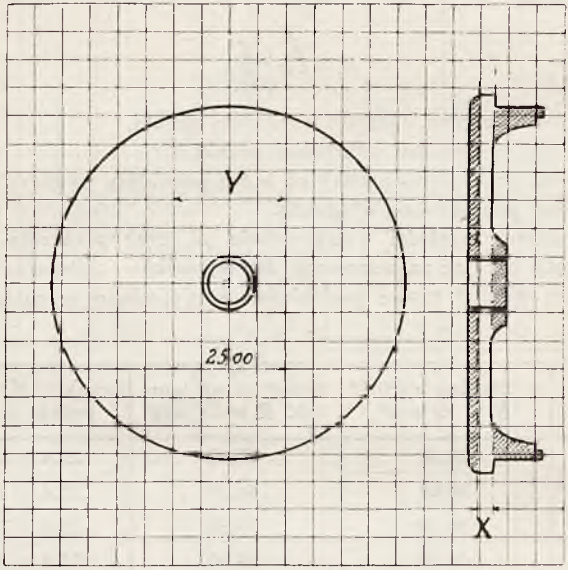
Na rys. 7 linjami ciągłemi jest wskazany wykres granicznych wytrzymałości, pomiędzy któremi powinna być zawarta wytrzymałość na rozerwanie próbek, wziętych ze stref *A*, *B*, *C*, *D* i *E;* linją przerywaną — wyniki, otrzymane z dwiema łuskami 105 mm dla armat przeciwlotniczych Vickersa, fabrykacja których różni się tylko wielkością zgniotu w denku.

Amerykańskie przepisy wymagają wzięcia również próbki w miejscu denka łuski, wskazanem na rys. 8, i posiadającej wymiary następujące:

Armata 75 mm górska.

grubość denka 5 ± 0,25 mm,

$Y = 25$ mm,
$X = 3{,}175 \pm 0{,}13$ mm.
Armata 75 mm polowa.
grubość denka $7{,}75 \pm 0{,}25$ mm,
$Y = 31{,}75$ mm,



Rys. 8.

$X = 5{,}33 \pm 0{,}13$ mm.
Armata 120 mm polowa.
grubość denka $10{,}16 \pm 0{,}25$ mm,
$Y = 25$ mm,
$X = 8{,}5 \pm 0{,}13$ mm.

Badanie fotomikrograficzne (próba C).

Jak wskazuje rys. 6, każda próba, wzięta ze stref *A*, *B*, *C*, *D* i *E*, posiada mały dodatek, przeznaczony do badań mikrograficznych; dodatek ten powinien być odcięty od próbki przed założeniem jej do kleszczy aparatu do badań wytrzymałościowych.

Z każdej próbki zostaje zdjęta fotografja, a budowa kryształów, uwidoczniona na tych zdjęciach, powinna być zgodna z budową wskazaną na poniższych fotografjach:
rys. 9 (strefa A), rys. 10 (strefa B), rys. 11 (strefa C), rys. 12 (strefa D), rys. 13 (strefa E).



Rys. 9.

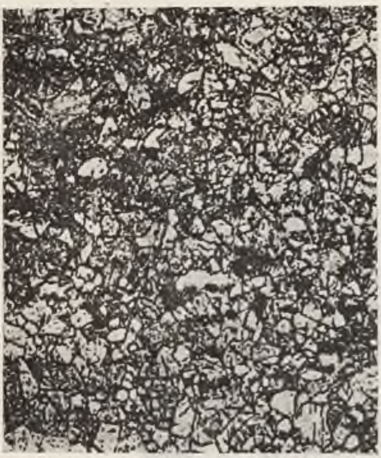
Sezonowe pękania łusek i środki zapobiegawcze.

Znaną jest rzeczą, że znaczna część łusek działowych i karabinowych po przeleżeniu przez parę lat w składnicach wykazuje pęknięcia, które zwykle zjawiają się na szyjkach, lecz mogą się również zjawić i na kadłubie łuski.

Liczne badania i próby dowiodły, że takie sezonowe pękania łusek zjawiają się na łuskach, które podczas fabrykacji wykazały jakąkolwiek nieregularność poszczególnych operacyj, jak naprzykład przy przeciąganiach posiadały ścianki niejednakowej grubości lub t. p.; skutkiem takich nieregularności w metalu łusek pojawiały się wewnętrzne naprężenia.

Ani próby wytrzymałościowe, ani analiza chemiczna lub badania mikrograficznie nie mogły wykryć tych naprężeń, i łuski pękały po dłuższem lub krótszem przeleżeniu w składnicach.

Ponieważ konieczne jest przechowywanie w magazynach znacz-



Rys. 10.



Rys. 11.



Rys. 12.



Rys. 13.

nych zapasów amunicji działowej i karabinowej, kwestja sezonowego pękania łusek jest bardzo ważna; przedewszystkiem jednakże należy zadać sobie pytanie, czy istnieje możność określania ewentualnych sezonowych pękań już wykończonych i zamagazynowanych łusek, a następnie, czy istnieje możność zapobiegania takim pękaniom.

Próba sublimatowa (próba D).

Możność wykrywania ewentualnych sezonowych pękań w łuskach istnieje: jest nią próba sublimatowa, polegająca na tem, że 1,5 grama sublimatu rozpuszcza się w 100 cm^3 dystylowanej wody i do rozczynu zanurza się łuskę po uprzedniem oczyszczeniu ze smarów.

Łuska pozostaje zanurzona w rozczynie cztery godziny, po upływie tego czasu wyciera się ją do sucha i poddaje się szczegółowemu badaniu; jeżeli nie widać żadnych rys lub pęknięć, oznacza to, że łuska nie posiada wewnętrznych naprężeń.

Co się tyczy zapobiegania sezonowym pękaniom łusek, liczne badania i próby wykazały niezbicie, że można uniknąć pękania łusek, nawet posiadających wewnętrzne naprężenia, przez wyżarzanie wykończonych łusek w temperaturze 250 — 260^0 C.

Jest to rzeczywisty i niezawodny środek i jako takowy powinien być wprowadzony do warunków technicznych odbioru łusek, gdyż w przeciwnym razie pozostaje tylko pogodzić się z faktem sezonowego ich pękania.

§ 3. Próby strzelnicze (próba E).

Ostatecznym decydującym warunkiem odbioru łusek jak działowych, tak i karabinowych jest próbne strzelanie.

Zdaniem autora strzelnicze próby nie powinny być decydującym warunkiem odbioru łusek, i tylko łuski, które zadośćuczyniły próbom wytrzymałościowym, mikrograficznym, oraz próbie sublimatowej, mogą być dopuszczone do próbnego strzelania, gdyż próbne strzelanie nia daje pełnego obrazu wartości łuski, a tylko wykazuje stan łuski w dniu przeprowadzenia próbnego strzelania.

§ 4. Projekt przepisów odbiorczych dla łusek działowych wszystkich kalibrów.

Chemiczny skład mosiądzu.

Mosiądz powinien posiadać następujący skład chemiczny:

$$\text{Miedź} \quad 68 \begin{matrix} +1\ \% \\ -0{,}5\% \end{matrix}$$

$$\text{Cynk} \quad 32 \begin{matrix} +0{,}5\% \\ -1\ \% \end{matrix}$$

Zanieczyszczenia.

Pb $\geq$ 0,10%

Fe $\geq$ 0,005%

Mosiądz nie powinien zawierać arszeniku, bizmutu, cyny, antymonu, ani również podtlenku miedzi; ogólna suma zaniczyszczeń nie może przekraczać 0,25%.

Dwa krążki na tysiąc mają być poddane chemicznej analizie; jeżeli chociaż jeden krążek nie odpowie powyższym warunkom, partja krążków zostaje odrzuconą.

Zgniot.

Krążki mosiężne są dostarczane nie wyżarzane, i zgniot powinien być zawarty w granicach 80 — 150%.

Jeżeli wymiary krążków pozwalają, z kilkudziesięciu dostarczonych krążków wycina się 10 próbek, posiadających kształt i wymiary, wskazane w warunkach technicznych, i przy próbach wytrzymałościowych powinny być otrzymane następujące wartości:

R (wytrzymałość) $\geq$ 53 kg/mm^2,

A (wydłużenie) $\geq$ 10%,

Δ (twardość) $\geq$ 150 stopni Brinell'a;

wartości powyższe są wymagane przy zgniocie 80 — 85%; jeżeli zgniot jest większy, należy odpowiednio zwiększyć *R* i zmniejszyć *A*.

Jeżeli wymiary krążków nie pozwalają na pobranie wytrzymałościowych próbek, fabryka dostarcza jednocześnie z krążkami 10 próbek o wymaganych wymiarach, pochodzących z tego samego wytopu; wszystkie operacje walcowania i wyżarzanie powinny być identyczne z podobnemi operacjami wyrobu krążków i są sprawdzane przez odbiorcę.

Jeżeli wszystkie 10 próbek odpowiadają stawianym wymaganiom, partja krążków zostaje przyjętą; jeżeliby chociaż 2 próbki nie odpowiadały wymaganiom, partja krążków zostaje odrzuconą; jeżeli tylko jedna próbka nie wypełnia wszystkich warunków, powtarza się próbę z dalszemi dwiema próbkami, i stosownie do wyników partja krążków przyjmuje się lub odrzuca.

Co się tyczy wyrobu krążków dla próbek, mierzy się twardość w stopniach Brinell'a dwudziestu krążków z każdej partji i próbki bierze się z krążków, których twardość jest najmniejsza (po jednej próbce z każdego krążka).

Odbiór gotowych łusek. Wszystkie gotowe i wykończone łuski

powinny być wyżarzone przy temperaturze 250 — 260° C, aby usunąć ewentualne wewnętrzne naprężenia i dać absolutną gwarancję przechowywania łusek w magazynach bez sezonowych pękań.

Próby wytrzymałościowe i mikrograficzne.

Z każdego tysiąca przedstawionej do odbioru partji wybiera się 3 łuski; dwie łuski są przeznaczone do prób wytrzymałościowych i mikrograficznych; w tym celu każda łuska dzieli się na 5 stref, wskazanych na rysunku 7 i z każdej strefy wycina się próbkę o wymiarach wskazanych na rysunku 6, przyczem określa się tylko wytrzymałość na rozerwanie i sporządza się mikrograficzne zdjęcia.

Wartości *R* były wskazane w tablicy.

Próba sublimatowa.

Trzecią łuskę z każdego tysiąca przedstawionej do odbioru partji zanurza się na przeciąg czterech godzin do rozczynu, otrzymanego przez rozpuszczenie 1,5 gr sublimatu w 100 cm^3 dystylowanej wody; po wyjęciu łuski i należytem wysuszeniu, nie powinna ona wykazywać żadnych głębokich rys, ani szczelin.

Próba strzelaniem.

Jeżeli przedstawiona partja łusek nie wykazuje dodatnich wyników przy powyższych próbach, całą partję łusek odrzuca się, w przeciwnym razie z każdej partji 5 łusek poddaje się próbie strzelniczej i każda łuska powinna wytrzymać pięć strzałów: 3 o ciśnieniu normalnem i 2 o ciśnieniu zwiększonem o 20%; w razie potrzeby szyjki łusek mogą być wyżarzane pomiędzy jednym a drugim strzałem.

Sprawdzanie wymiarów.

Przed ostatecznym odbiorem łuski sprawdzają się na wymiary i poddają się zewnętrznym oględzinom, przyczem łuski nie powinny posiadać żadnych wad, przewidzianych przepisami odbiorczemi.

S. L.

BIBLJOGRAFJA.

A. CZASOPISMA:

PRZEGLĄD PIECHOTY.

Wynalazek Gerlicha — kpt. dypl. S. Wrona i inż. D. Smoleński (II — 34).

Karabiny o samoczynnem powtarzaniu — kpt. B. Rytel (III—34).

Moździerz piechoty — ppłk. dr. T. Felsztyn (VI—34).

PRZEGLĄD TECHNICZNY.

Motoryzacja wojska — mjr. inż. K. Grosglik (Nr. 2—34, Wiad. T. W. T. Nr. 1 i Nr. 11—34, W. T. W. T. Nr. 4).

Instrukcja obrony pl-pgaz. zakładów przemysłowych — prof. Z. Wojnicz-Sianożęcki (Nr. 2—34).

Artylerja morska — kpt. inż. H. Laskowski (Nr. 5—34).

Torpedy i miny — por. J. Bartlewicz (Nr. 5—34).

Obrona wybrzeża — kmdr. ppor. dypl. R. Czeczott (Nr. 5—34).

Przyczynek do zagadnienia braków odlewów staliwnych — inż. O. Marcinowski (Nr. 6—34).

Wymagania, stawiane pociskom artyleryjskim przy opracowaniu nowego typu — inż. S. Lubański (Nr. 6—34, W. T. W. T. Nr. 2).

Nowe sposoby mierzenia ciśnień w lufach — E. Dunin-Marcinkiewicz (Nr. 6—34, W. T. W. T. Nr. 2).

Projekt oceny wtrąceń niemetalicznych w tworzywach stalowych — dr. inż. I. Feszczenko-Czopiwski i inż. K. Radźwicki (Nr. 8—34).

Ósma Konferencja Genewska miar — A. Pérard (Nr. 8—34).

Zgniotki miedziane, ich przeznaczenie i wyrób — inż. S. Lubański (Nr. 8—34, W. T. W. T. Nr. 3).

Przemysł kadrowy i cywilny — inż. S. Kochanowski (Nr. 8—34, W. T. W. T. Nr. 3).

W sprawie międzynarodowego układu tolerancyj średnic — inż. W. Moszyński (Nr. 11—34).

Jakość powierzchni i jej normalizacja — inż. R. Przybyłowski (Nr. 11—34).

Odlew odśrodkowy luf działowych — inż. S. Lubański (Nr. 11—34, W. T. W. T. Nr. 4).

Próba określenia norm tolerancyj przy budowie i naprawie specjalnych maszyn do wyrobu amunicji karabinowej — M. Kozerski (Nr. 13—34, W. T. W. T. Nr. 5 i Nr. 21—34, W. T. W. T. Nr. 6).

MECHANIK.

Próby sowieckie zastosowania ogólno-przemysłowego układu pasowań do amunicji działowej (Nr. 1—34).

O mobilizacji przemysłu — inż. S. Kochanowski (Nr. 5—34).

Wady w prętach mosiężnych i przyczyny tych wad, zbadane na tle wyrobu fabryk krajowych i zagranicznych — inż. A. Wójcik (Nr. 9—34).

PRZEGLĄD MORSKI.

Współzawodnictwo artylerji angielskiej i niemieckiej przed wojną światową — kpt. inż. H. Laskowski (I—34).

Obrona plotnicza floty (III—34).

Wyporność a uzbrojenie artyleryjskie — por. T. Piątkowski (V—34).

PRZEGLĄD LOTNICZY.

Armaty czy k. m. w walce powietrznej — z franc. (VIII—34).

B. KSIĄŻKI:

Amunicja karabinowa — mjr. T. Łukaszewski. Wyd. Inst. Bad. Mat. Uzbr. (odbito na powielaczu). Część 1-sza tekstu 68 stron i 12 tabel. Cz. II-ga atlas z 35 tablicami. Praca ta dzieli się na nast. rozdziały: 1. Określenie i podział. 2. Krótkie wiadomości o amunicji broni odprzodowej od początku XIX stulecia. 3. Amunicja broni odtylcowej do czasu wybuchu wojny światowej. 4. Amunicja karabinowa w czasie wojny światowej. 5. Opis, charakterystyka, wyrób i odbiór amunicji karabinowej polskiej. 6. Amunicja karabinowa w chwili obecnej.

*Sprzęt artylerji lekkiej przed, w czasie i po wojnie światowej *)*— gen. A. Muther. (Das Gerät der leichten Artillerie vor, in und nach dem Weltkrieg) — wyd. Bernard und Gräfe, 1932.

---

*) Recenzja o części I-ej p. W. T. U. Nr. 24, str. 241; o części IV-ej p. Przegl. Art., luty 1934 r., str. 245.

Część I-sza i IV-ta zostały obszernie streszczone i będą wydane na prawach rękopisu przez I. B. M. U. Streszczenie Części II-ej jest w opracowaniu.

Część II. Działa piechoty, broń przeciwczołgowa i uzbrojenie czołgów. Zawiera 405 stron tekstu, tabel i wykresów oraz 128 rysunków, składa się z 4-ch następ. działów i rodziałów:

Dział I. Działa piechoty: 1. Rozwój art. piechoty w Niemczech w czasie wojny. 2. Rozwój dział piechoty w krajach, biorących udział w wojnie światowej.

Dział 2. Obrona przeciwczołgowa: 1. Rozwój obrony pczołg. w Niemczech w czasie wojny. 2. Ocena niemieckich środków obr. pczołg. 3. Uwagi o obronie pczołg. niemieckiej w czasie wojny. 4. Rozwój obr. pczołg. w czasie wojny w innych krajach wojujących.

Dział 3: Przyszłe uzbrojenie piechoty w działa towarzyszące i przeciwczołgowe u byłych przeciwników Niemiec i w krajach neutralnych: 1. Uzbrojenie i próby w poszczególnych krajach. 2. Rozważania o przyszłem uzbrojeniu.

Dział 4. Uzbrojenie czołgów: 1. Rozwój czołgów w Niemczech w czasie wojny oraz ich uzbrojenie. 2. Niemieckie doświadczenia wojenne o uzbrojeniu artyleryjskiem czołgów. 3. Czołgi w krajach wojujących i ich uzbrojenie.

Bardzo trudne zagadnienie dział piechoty, obrony pczołg. i uzbrojenia czołgów rozpatrywane jest tu dokładnie i obszernie. Działo piechoty jest dzieckiem wojny światowej i konstrukcja jego, nawet obecnie po 15 latach od ukończenia tej wojny, nie została otsatecznie rozwiązana.

Po opisie okoliczności, jakie doprowadziły do potrzeby wprowadzenia tej broni, autor przytacza rozwój jej w Niemczech i w innych krajach. W Niemczech, oprócz trudności wynikających z przeciążenia przemysłu, hamująco na rozwój dział piechoty wpływał brak jedności w zapatrywaniach na wymagania stawiane tym działom. Wynikiem wielu prób była tam armata 77 mm wz. 18. Rozdział o obronie pczołg. przytacza krótkie opisy ataków wojsk sprzymierzonych oraz środki do ich zwalczania, z czego wynika, że Nac. D-two niemieckie przez czas dłuższy niedoceniało znaczenia tej nowej broni. Ten tom, jak i poprzednio wzmiankowane, przedstawia sobą niewyczerpany podręcznik dla konstruktorów uzbrojenia i bogate źródło wiadomości dla wszystkich, interesujących się sprawami uzbrojenia artyleryjskiego.

OMYŁKI W DRUKU

w Spisie rzeczy za rok 1934.

W dziale I — Materjały wybuchowe i pirotechnika, opuszczono punkt 7. O nowej metodzie oznaczania nitrogliceryny w prochach — *Głowacka Marja* inż. — Zeszyt 26, str. 406.

Adres Redakcji: Warszawa, Ludna 13, Inst. Bad. Mat. Uzbr. tel. 9-22-03.

Adres Administracji: Warszawa, Marszałkowska 26 Dep. Art. M. S. Wojsk. tel. wewn. 55.

Warunki prenumeraty „Przeglądu Artyleryjskiego" wraz z dodatkiem kwartalnym „Wiadomości Techniczne Uzbrojenia": rocznie 21 zł. 90 gr., Nr. pojedyńczy 1 zł. 90 gr. — Konto P.K.O. Nr. 5454.

4819 *Drukarnia Gospodarcza, Warszawa, Wspólna 54. Tel. 8-84-12.*